البيئة
ومشكلات التلوث

ا.د. محمد حسان عوض
أستاذ الجيولوجيا
وكيل كلية العلوم (بنين)
جامعة الأزهر

ا.د. حسن أحمد شحاتة
أستاذ الكيمياء الفيزيائية
كلية العلوم (بنين)
جامعة الأزهر

د. طه محمود المرسى
مدرس الكيمياء التحليلية
كلية العلوم (بنين)
جامعة الأزهر

المقدمة

البيئة هي الأم الرءوم والصدر الحنون للإنسان وكافة الكائنات الحية . وهي بيئة أحكم الله – سبحانه وتعالى – خلقها واتقن صنعها وأمدها بمعطيات ومكونات ذات مقادير محددة وبصفات وخصائص معينة بحيث تكفل لها هذه المقادير وهذه الخصائص ، القدرة علي توفير سبل الحياة الملائمة للإنسان وباقي الكائنات الحية التي تشاركه الحياة علي هذه الأرض .

ويحظى موضوع البيئة باهتمام عالمي كبير نظرا لما المّ بالبيئة من تلوث احاط بمائها وهوائها وتربتها مما ترتب عليه تأثر الكائنات الحية وأولها الانسان بمخاطر التلوث البيئى . ولقد تناولت الدراسات البيئية ظاهرات التلوث التي أسهمت في زيادة الأمراض وتنوعها من جراء فساد مكونات البيئة إضافة إلى انقراض العديد من أنواع النباتات والحيونات التي تأثرت بالملوثات الكيميائية بشكل مباشرة أو غير مباشر .

وتعد التغيرات المناخية التي تشهدها الارض مؤشراً علي ازدياد شدة التلوث البيئي علي وجه الأرض بصفة عامة الأمر الذي يؤدي الي تفاقم ظاهرات التصحر وزيادة ثقب الاوزون . ولقد تضمن الكتاب هذه الموضوعات بالاضافة الي قضايا النفايات المشعة وتلوث الماء والهواء والتربة والتلوث الاشعاعي من حيث المفهوم والمصدر وفيه ايضا اطلالة علي كيفية وطرق مكافحة الملوثات لتلافي مخاطرها .

والحقيقـــة فإن قضايا البيئة متشعبة وتزداد خطورتها بالتفاعل المحموم للإنسان مع مكونات البيئة، ومن هنا فإن هذه القضايا تطرح نفسها باضطراد في المحافل الدولية نظرا لأن قضايا التلوث البيئي باتت خطراً يهدد البشرية بصفة عامة. ولقد بدأ الاهتمام بالبيئة وقضاياها في الستينات من

القرن العشرين الميلادي إبان ظهور الأمطار الحمضية التي أثرت علي البيئة في شمال أوروبا، وبعد ظهور عديد من الأمراض الخطيرة التي لم تكن منتشرة من قبل مثل السرطانات.

ونقدم هذا الكتاب "البيئة ومشكلات التلوث" لكل قارئ اسهاما في نشر الوعي البيئ من خلال طرح بعض الموضوعات والقضايا المتعلقة بالبيئة وملوثاتها ، ومساهمة في دق نواقيس الخطر ، وإن كنا لا ندعى أننا قد طرحنا كل قضايا ومشــكلات البيئة فقضايا البيئة ومشكلاتها متنوعة ومتشعبة . وفي البداية أوجزنا في الكتاب التشريعات البيئية التي اذا ما طبقت فإنها ستسهم في الحفاظ علي البيئة وتحد من مشكلاتها وقضايا تلوثها .

ونحن إذ نقدم هذا العمل نرجوا من الله سبحانه وتعالى ان يتقبل هذا الجهد المتواضع وان ينتفع به ، وأن يحقق المراد من تأليفه .

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

المؤلفون

فبراير ٢٠٠٧

البيئة ومكوناتها

البيئة هي حيثما نعيش جميعا والتنمية هي كل مـا يفعلـه الإنسـان لتحسين الحياة في هذه البيئة وهذان المفهومان متلازمان لا ينفصلان ، ولقد تم تعريف البيئة فى مؤتمر "الأمم المتحدة للبيئة البشرية"، الذى إنعقد فـى إستوكهولم فى عام ١٩٧٢م بأنها : "رصيد الموارد الماديـة والإجتماعيـة المتاحة فى وقت ما، وفى مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته". ومما لاشك فيه أن بيئتنا المحلية جزء من البيئة العالمية التي يجب أن نعمل على إيجاد الحلول لقضاياها المختلفة من تلوث أحاط بهوائها ومياهها وتربتهـا وأحيائها إلى ترشيد في استهلاك مواردها الطبيعية المختلفة حتى لا تقضـى نتائج التبذير الحالي في الموارد وبسرعة على الخيارات أمام الأجيال المقبلة فلا يجب أن نقترض من رأس مال البيئة للأجيال المقبلة دون توفر النية أو الإمكانية لسداد هذا القرض الذي يتمثل في التنمية البيئة .

إن البيئة هي ذلك الجزء من كوكبنا المحيط بالإنسان والكائنات الأخرى ، ومكونات هذا الجزء هي التي تشكل عناصر البيئة . والبيئة الأرضية بكـل مقوماتها هي وطن بنى الإنسان أوجدها الله بحكمته وذللها بقدرتـه فجعـل الأرض بساطاً ، كما سخر الشمس والقمر دائبين وأرسل الرياح وأنزل مـن السماء الماء الطهور لكي يحيا به الإنسان والحيوان والنبات ، فكـل هـذه النعم تجري بانتظام وحكمه دقيقة وفقا لقوانين الله الثابتة في هـذا الكـون الفسيح .

مكونات البيئة :

وبناءً على ما تقدم، فإنه يمكن تصنيف المكونات الأساسية للبيئـــة إلـــى مجموعتين رئيسيتين، هما:

١- المكونات اللاحيويـــة

تشمل المكونات اللاحيوية للبيئة جميع العناصر والعوامل الفيزيائيـــة، كالعوامل المناخية من ماء وحرارة وضوء، وكذلك العوامل الجيولوجية التى تتمثل فى طبيعة الأرض ونوعيتها وخصوصية تربتها. وتشمل أيضاً العناصر والمعادن والهواء وغيرها.

ويمكن تقسيم المكونات اللاحيوية إلى ثلاثة أقسام رئيســية، وهــى: الغلاف الجوى، والغلاف المائى، والغلاف الصخرى. وهذه الأغلفة الثلاثـــة بالإضافة إلى الغلاف الحيوى تكوّن ما يطلق عليه "أغلفة الأرض".

٢- المكونات الحيوية (الغلاف الحيوى)

تشتمل المكونات الحيوية على جميع الكائنات الحيـــة - بمـــا فيهـــا الإنسان - على إختلاف أنواعها وأشكالها وفصائلها. ويطلق عليهـــا إســـم "الغلاف الحيوى".

وتصنف الكائنات الحية فى الأنظمة البيئية إلى ثلاث فئات ، وهى :

(أ) النباتات الخضراء

وهى الكائنات الحية الوحيدة التى تستطيع تحويل المواد المعدنيـــة - الموجودة فى التربة - والماء إلى مواد عضوية مغذية.

وتعدّ النباتات الخضراء المصنع الأول للغذاء علـــى ســـطح الأرض. فهى التى تنتج بنفسها الغذاء الضرورى لنموها وتكاثرها، إلى جانب كونـها طعاماً لأنواع عديدة من الكائنات الحية الأخرى.

(ب) آكلات الأعشـــــاب

وهى تشتمل على جميع أنواع الحيوانات التى تتغـذى بالحشــائش والأعشاب. وهى الحلقة الثانية فى السلسلة الغذائية بعد النباتات الخضراء، حيث تعدّ تلك الكائنات نفسها غذاءً مهماً وضرورياً للعديد من الكائنات الحية الأخرى.

(ج) آكلات اللحـــوم

وتشمل جميع الكائنات الحية التى تتغذى على لحوم حيوانات أخرى.

وتتميز البيئة الطبيعية بوجود توازن دقيق وصارم قائم وبصفة مستمرة بين عناصرها المختلفة وهو ما يسمى بالنظام البيئي **Ecosystem** حيــث يشمل عدة عناصر ترتبط ببعضها ارتباطا وثيقـــا لازم لاســـتمرار الحيـــاة وبقائها وهذه العناصر هي :

عناصر الإنتاج – وعناصر الاستهلاك – وعناصر التحلل والعناصـــر الطبيعية غير الحية وهي الهواء والماء والتربـــة ، ولكـــن الإنســـان فـــي عصرنا الحديث قد اندفع اندفاعا محموما نحو إشباع رغباته وشهواته مـــن كل ما تقع عليه عيناه منبهرا بوسائل التقنية المتاحة فكان الإســـراف فـــي استنزاف موارد البيئة وثرواتها مما أدي إلى إرباك النظـــام البيئـــي علـــي المستوي المحلي والعالمي الأمر الذي أدي إلي مختلف أنواع التلوث التـــي نعاني منها اليوم .

مما لاشك فيه أن بيئتنا المحلية هي جزء من البيئة العالميـــة التـــي يجب أن نعمل علي إيجاد الحلول لقضاياها المختلفة من تلوث أحاط بهوائها ومياهها وتربتها وأحيائها إلي ترشيد فـــي اســـتهلاك مواردهـــا الطبيعيـــة المختلفة حتى لا تقضي نتائج التبذير الحالي في المـــوارد وبســـرعة علـــي الخيارات أما الأجيال المقبلة فلا يجب أن نقترض من رأسمال البيئة للأجيال المقبلة دون توفر النية أو الإمكانية لسداد هذا القرض الـــذي يتمثـــل فـــي التنمية وليس في استهلاكها وتلويثها بشـــتى الطـــرق وباســـتخدام أحـــدث التقنيات .

وعندما نتحدث عن مستقبل الأجيال المقبلة في مجتمعاتنا لعلنا نتذكر أن شريعتنا السمحاء قد علمتنا أننا مستخلفون في الأرض يقول تعالي (وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الأَرْضِ خَلِيفَةً ...) الخ الآية الكريمة ، وأن البيئة أمانة في أعنقانا وعلينا أن نتركها للأجيال المقبلة في أفضل حال مما ورثناها عن أسلافنا أو علي الأقل كمثل ما إستملناها غير أن الواقع يقـــول عكس ذلك . حيث يضاف إليها كل عام ١٠٠٠ مادة جديدة وكثير منها مواد سرطانية.

أضرار التلوث البيئي

ولقد رأي الناس التقدم الرائع الذي تبلور فـــي الآونـــة الأخيـــرة فـــي الإنجازات العلمية والتقنية العظيمة ، ولكن لم يروا آثارها السلبية التي كادت تخرّب البيئة ، حيث تزامن ارتقاء الإنسان مع تراكم أخطاء كثيرة كانت تعمل علي خلخلة الاتزان البيئي ، وفي وقت قريب جدا ظهرت نتائج تلك الاخطاء وتبين للناس ما فعلوه بالبيئة .

وطبقا للتقارير التي أعلنتها منظمة الصحة العالمية في مـارس ٢٠٠١ في مؤتمر دولي في بانكوك بتايلاند عن الصحة والبيئـة فقـد تـوفي ١,٣ مليون طفل دون الخامس في الدول النامية عـام ٢٠٠٠ بسـبب أمـراض الإسهال الناتجة عن مصادر المياه الملوثة وسوء الأحوال الصـحية ، وأن تلوث الهواء الداخلي بالمنازل من الأسباب الرئيسـية الكامنـة وراء وفـاة ٦٠% من بين ٢,٢ مليون طفل دون الخامسة يموتون سنويا بسبب عدوات ميكروبية حادة بالجهاز التنفسي . حيث إن من أهم أسباب هذا التلوث حرق الكتل الحيوية واستخدامها كوقود من أماكن ضيقة مغلقة) ونقـص التدفئـة الكافية وغيرها.

كما يقول علماء الطب أن مخاطر التلوث البيئية تظهر علي القلب تلـك المضخة التي تتراجع عن وظيفتها بسبب التلوث وتخفض مهمتها فـي آداء نبضها إلي اقل من ٣ مليارات نبضـة نتيجـة للتـوتر وشـد الأعصـاب والضوضاء وتلوث الهواء وما يترتب علي ذلك من تصلب الشرايين وتلـف الصمامات وضعف عضلة القلب والربـو والحساسـية وضـعف التـنفس والتزييق وغيره .

وأيضا لقد دلت الإحصاءات علي إن أكثر من ٦٠٠٠٠٠ (ستمائة إلـف) شخص شاركوا في تنظيف منطقة تشرنوبل من الرواسب الاشعاعية عقـب انفجار مفاعل تشرنوبل عام ١٩٨٦ في الاتحـاد السـوفيتي سـابقا إلا أن ٨٠% منهم أصبحوا عاجزين تماما عن الحركة بسبب تمكن الاشعاعات من أجسامهم ويقول العلماء إن الآثار السلبية ستكون أكثر وضوحا فـي عـام ٢٠١٥ عندما يبدأ الاطفال الذين ولدوا في عـام إنفجـار المفاعـل سـنة ١٩٨٦م عندما يبدأون في الزواج.

استنزاف الموارد البيئية

لقد بات واضحا أن الموارد الموجودة في العالم تتعرض إلـــي عمليـــات استنزاف بالغة الخطورة ، ويكاد معظمها إن يختفي واحـــدا بعـــد الآخـــر ، ونضوب الموارد لا يحدث لغير المتجدد منها فقط بل الموارد المتجددة أيضا في طريقها للنضوب ، ويقل مخزون الأخشاب علي سبيل المثال بسبب تدمير الغابات في المناطق الاستوائية ، وتجرف التربة ، وتتعرض للتعرية بســـبب عوامل التصحر التي تتسبب في معظمها أنشطة الإنسان غيـــر المرشـــدة ، ويرجع استنزاف الموارد إلي زيادة الاستهلاك نتيجة للتفجر السكاني ، والي عدم انتظام توزيع هذه الموارد ، حيث يمكن إن تسحوذ دولة واحدة أو بضع دول في العالم علي معظم المخزون من مورد واحد ، في حين تظـــل معظـــم بلاد العالم محرومة من هذا المورد ، كما تضيع الموارد بسبب سوء الإدارة وعدم التنبؤ بعواقب ممارسات الإنسان واستخدامه للتقنيـــات الحديثـــة فـــي الزراعة والصناعة دون محاولة تلافي النواتج الضارة أو تخفيـــف آثارهـــا السلبية على البيئة .

وتعرضت البيئة نتيجة للممارسات الخاطئة لكوارث مـــن نـــوع آخـــر ، فالأوزون الذي يعمل كدرع واق يحمي النبات والحيوان من الأشـــعة فـــوق البنفسجية التي تصل من الشمس إلي الأرض ، تقـــل نســـبته فـــي طبقـــة الاستراتوسفير ، وتهدد زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو بارتفـــاع معدل درجة حرارة الجو واضطراب المناخ ، كما تقضي الامطار الحمضـــية علي الحياة في مستودعات المياه ، وتتساقط اشجار الأحراج بعد إن اختفت اورقها الخضراء بفعل الغازات السامة.

وتحدث الحروب والمنازعات المحلية والصراعات الاقليمية اكبر قدر من التخريب يمكن إن تتعرض له البيئة ، وليس هنـــاك ادل علـــي مـــا تجلبـــه الحروب من دمار واساءة للبيئة مما أحدثته حرب الخليج في نهاية القـــرن العشرين في المنطقة ، لقد تسببت الحرب في أسوأ كارثة شهدها العالم حتى الآن ، بلغ حجمها حدا لم يسبق له مثيل ، حيث تتسع رقعة التلوث لتشـــمل الأجواء والبحار والتربة في آن واحد ، وتنعكس آثارها سلبا علـــي الثـــروة القومية والمصادر الطبيعية ، ومن أهم ما ســـيترتب عليهـــا مـــن أخطـــار الأضرار التي سوف تلحق بالثروة البشرية والاقتصادية والسياسية .. الخ ، وسوف تظل الكارثة البيئية التي ألمت بمنطقة الخليج شاهدا علي ما يرتكبه الإنسان في حق البيئة ، فمن المتوقع إن تستمر آثارهـــا المـــدمرة لســـنين طويلة .

ويسهم الاحتراق المتزايد للوقود الأحفوري في بناء ثاني أكسيد الكربون الجوي الذي سوف تؤدي زيادته عن القدر المعتاد في الجو إلي اضـــطراب المناخ العالمي ، وسوف تكون هذه المشكلة واحدة مـــن القضـــايا البيئيـــة ألكبري في العقود الآتية ، ولا تستطيع أية دولة بمفردهـــا إن تعمـــل لمنـــع التغيرات أو تواجه النتائج المترتبة علي تأثير الزيادة في نسبة ثاني أكســـيد الكربون في الجو ، وفي الوقت نفسه ، أثار اكتشاف الأحماض في الأمطـــار قضايا جديدة ، أخلاقية وقانونية ، لأن بعض الصناعات في بعض دول شمال المتوسط تطلق الغازات الحمضية غير عابئة بما يحدث لأجواء العالم .

وأينما يحدث التدهور في محصول من المحاصيل الزراعية فإنه يســـهم في الزيادة الحقيقية لتكلفة إنتاج الطعام والمنتجات الزراعية الاخري ، ففي سوق عالمي غير مستقر يتأثر الناس في كل مكان ، كمـــا تســـبب تعريـــة

الغابات اكبر ضرر في أماكن حدوثها ، ولكن ذلك ينعكس بطريقة مـــا علـــى ارتفاع أسعار الأخشاب في الأسواق العالمية.

وتكاد مجالات التقنية المتقدمة إن تكون حكرا علي الـــبلاد المتقدمـــة ، وعلى سبيل المثال الهندسة الوراثية التي تثبت كل يوم أنها وســـيلة رائعـــة لتطوير الكثير من تقنيات الإنتاج الزراعي وصناعة الأدوية والعلاج ونظافة البيئة وتخليصها من الملوثات ، وأيضا تقنية الفضاء وخدمة الأنواء الجوية التي تقوم بمد شبكة الاتصالات والأقمار الصناعية والاستشعار عـــن بعـــد ، كلها تقنيات متقدمة تتوافر فقط في البلاد المتقدمة .

المشكلات البيئية

تختلف المشكلات البيئية تبعا لنوعية المجتمعات ، ففي البلاد المتقدمـــة تعاني البيئة من الآثار السلبية التي ولـــدها التقـــدم الصـــناعي والتوســـع العمراني . اما المشكلات البيئية في المجتمعات الناميـــة فهـــي ذات طـــابع مختلف وتتمثل في عدم توافر المواد الأولية ، وان توافرت فهي لا تصـــنع محليا ، ولكنها غالبا تصدر إلي البلاد الصـــناعية المتقدمـــة وذلـــك لنـــدرة الكفايات الفنية وعدم توافر الأموال الضرورية لتشغيلها محليا ، ولقد اضطر سكان البلاد النامية لان يستغلوا مواردهم استغلالا سيئا لتخفيف ويلات الفقر والجوع والبؤس مما جعلهم يواجهون مشكلات طويلـــة الأمـــد كالتصـــحر وتعرية التربة واختفاء الغابات .

وفي الآونة الأخيرة قويت الدعوة من أجل "بيئة أنظف وحياة أفضل" بعد أن أدرك الإنسان – الذي وصل بالبيئة إلي هذا المنعطف الردئ – أنه يجب إن يتحرك قبل فوات الأوان ليصلح ما أفسده .

ولقد برزت أزمة البيئة واضحة علي مستوى العالم بسبب الخطورة التي تواجهها الدول التي تستخدم الوقود النووي في التخلص من النفايات النووية ، وعلي الرغم من أن دفنها تحت الأرض يظل مشكلة كبيرة ، فإن الاتجاه للتخلص منها في المحيطات سوف يزيد من حجم المشكلة مما يضاعف قلق سكان العالم كله تحسبا لاحتمالات المخاطر الصحية التي سوف تصيب البحار والمحيطات .

وأكدت المعرفة الواسعة بطبقات الجو العليا اعتماد الأمم بعضها على بعض . فمنذ عقدين ، كانت فكرة تنظيم صناعة علب الرش تثير دهشة الكثيرين ، فلم يتخيل احد كيف تؤثر مركبات علب الفوريون الكيميائية في طبقة الأوزون ، أما الآن ، بعد أن وضع خطر هذه المواد فإن الدول تعمل مجتمعة علي صياغة الاتفاقيات الدولية للحد من صناعة المركبات الكيميائية التي تكسر طبقة الأوزون بعد أن تأكد ظهور ثقب في طبقته فوق القارة القطبية الجنوبية .

وتفرض المشكلات البيئة التي تواجهها البلاد النامية الا تأخذ هذه البلاد أزمة البيئة كقضية دولية بصفة مطلقة ، فهي قد تكون كذلك في بعض جوانبها عندما تعبر الأبخرة والغازات السامة والإشعاعات القاتلة الحدود بين البلاد المتقدمة والبلاد النامية حيث تتدفق الملوثات مع مياه البحار والمحيطات ولكنها ليست كذلك حينما تواجه الدول النامية مشكلات الغذاء والطاقة والسكن والتعليم والبحث العلمي ثم إن قضية توزيع الموارد الطبيعية لا تبشر بأي أمل في التعاون بيم الشمل والجنوب لإعادة توزيع الثروات .

التدهور البيئي

لقد استطاعت البيئة إن تقاوم الاضطرابات التي تحدث فيها علي مــدي فترات زمنية كبيرة ولكن هذه القدرة في المحافظة علي الاتزان والتصــدي للاعتداءات عليها لابد وأن تقف عند حدود معينة. ولم تســتطع البيئـــة إن تقاوم حتى النهاية ، وبدأت تعاني التغير، فبعد أن احتفظــت لفتـــرة طويلـــة بدرجة حرارة ثابتة ، وبالتركيب الكيميائي والفيزيائي لمكوناتهـــا الماديـــة ، فهي معرضة اليوم لنكسات كبيرة . ارتفاع معدل درجة الحرارة ، وتغير في التركيب الكيميائي في معظم الأنظمة ، في المحيطات والبحار والجو والتربة .. الخ .

ولقد ضاعفت من تدهور البيئة تشابك المشكلات التي تنشأ عن مصـــادر محلية ، ومع ذلك تتعدى تأثيراتها حدود الدول والاقاليم لتنتشر علي مستوي العالم وتضر بمصالحة المشتركة ، ولم يعد هناك بلد أو إقليم أو إنســـان أو كائن حي يشارك في البيئة نفسها لا يعاني من الآثار السيئة لتدهور البيئـــة بدرجة أو بأخرى ، فإن لم يشكو الإنسان من الفقر والجوع ونقص الموارد ، فإنه يشكو من التلوث واضراره المتعددة .

وبلغ تدهور البيئة حدا لايمكن السكوت عليه ، ولم يعد هناك مفـــر مـــن مواجهة الموقف الصعب والحرج في الوقت نفسه ، وفي العقدين الماضيين بدأت بعض الجماعات تحتج علي الإساءة إلي البيئة وتدعو إلي أخلاقيـــات جديدة للتعامل معها ، وتحت ضغط هـــذه الجماعـــات تحركـــت الحكومـــات والمؤسسات الرسمية ، وامتد الاهتمام بالمحافظة علي البيئة وحمايتها ضد الأخطار التي تتعرض لها إلي المستويات الدولية ، وأصبح ضمان ســـلامة

البيئة والحرص علي استغلال الموارد الاستغلال الامثل هاجسا يـؤرق كـل الناس علي جميع المستويات .

ويرجع سبب هذا التدهور في الأنظمة البيئية الي تمادي الإنسـان فـي اعتداءاته علي البيئة ، فهو يسيئ اسـتغلال المـوارد ، فيـدمر الغابـات ويجرف الأراضي الزراعية ، والناس يتركـون الريـف بأعـداد كبيـرة ، وينتقلون إلي الحضر وتكبر المدن دون أي تخطيط ، وغالبا علـي حسـاب الأراضي الزراعية وجمال الطبيعة ، والأهم من ذلك كله الزيادة الهائلة فـي عدد السكان ، وماذا سوف يحدث لو استمرت هـذه الاتجاهـات ؟ ، زيـادة استهلاك الوقود الأحفوري ، والاستمرار فـي التجـارب النوويـة وبنـاء المفاعلات ، واستخدام الكيمياويات دون حساب ، زيادة عدد السكان ... الخ . سوف تتأثر دون شكل كل الكائنات الحية وتتعرض للكوارث والفناء ، وما يحدث الآن للبيئة هو نتيجة حتمية لعدم إدراك الناس لعواقـب الممارسـات الخاطئة وآثارها السلبية علي البيئية .

زيادة السكان واستنزاف الموارد

تدل الأرقام دلالة واضحة علي إن البلاد الفقيرة تزداد فقرا ، بينما البلاد الغنية ستواصل زيادة ثرواتها لأننا إذا أردنا أن نحافظ علي مسـتوي كـلا الطرفين كما هو الآن، يجب إن تنال الدول النامية النصيب الأكبر من الزيادة في الإنتاج العالمي وحتى عام ٢٠٢٥م وذلك بمعنى إن يزيد معدل الإنتـاج في البلاد النامية إضعاف إنتاجها الحالي .

كيف نفكر في زيادة الإنتاج في البلاد النامية والناس فيها نتيجة الضغط السكاني يضعفون من قوي الإنتاج لديهم . اضطر الفلاحون في البلاد النامية إلي إزالة الأشجار التي تغطي الأراضـي الجبليـة للحصـول علـى أراض

للزراعة وللرعي ، ودمر السكان في مناطق الإحراج الاستوائية ملايين الهكتارات من الإحراج وهم لا يدرون إن التربة التي تنمو فيها الإحراج لاتصل للزراعة .

ويحرق الفلاحون بقايا المحاصيل وروث البهائم ، وهم بذلك يتدخلون في الدوائر الطبيعية ، فهم أولا يخفضون من خصوبة التربة ، ويتركون الأرض للتعرية السنوية علي الحقول المنحدرة بحوالي ٥٠ – ١٠٠ طن للهكتار ، وتزيد بذلك تعرية الإحراج المتبقية ، والخسارة المستمرة للمخصبات العضوية تحد من الإنتاج ومن قدرة المراعي علي تغذية المواشى .

ويؤدي استنزاف الأخشاب إلي انكماش الغطاء النباتي إلي جانب الخسائر الفادحة في الكائنات الحية واضطراب التوازن البيئي .

وعلى الرغم من إن انتقال سكان الريف إلي الحضر كان يتم منذ الاف السنين ، فإن معدل الهجرة قد ارتفع كثيرا في الآونة الأخيرة ، وتقوم الإحصائيات : إن حوالي ٤٠% من سكان العالم يسكنون الآن في الـم المرتبطة بها ، وفي البلدان المتقدمة يذهب كل سنة مالا يقل عن ٣٠٠٠كم٢ من الأراضي الزراعية لأغراض التعمير وبناء المدن .

النظام البيئى

هو جزء من البيئة، متكامل العناصر والمكونات (الحية وغير الحية)، والتى تتفاعل مع بعضها بعضاً، حيث يتأثر كلاً منها فى الآخر حسب نظام دقيق ومتوازن فى ديناميكية متزنة.

مكونات النظام البيئى

حيث إن النظام البيئى هو جزء من البيئة بمكوناتها وعناصرها، فإنه يمكن تقسيم مكونات النظام البيئى إلى مجموعتين رئيسيتين، هما:

المجموعة الأولى : مجموعة العناصر غير الحية

وتشمل هذه المجموعة العناصر الجامدة، مثل: الماء والهواء بغازاته المختلفة وحرارة الشمس وضوئها الذين يصلان إلى غلافنا الجوى وأرضنا. كما تشتمل أيضاً على التربة والصخور والمعادن المختلفة. كذلك تشمل المبانى والمنشآت وجميع ما استحدثه الإنسان من آلات وماكينات وغيرها. وكما هو واضح فإن هذه المجموعة تضم عناصر مقومات الحياة الأساسية.

المجموعة الثانية: مجموعة العناصر الحية

وهى تشمل جميع الكائنات الحية سواء كانت حيوانية أم نباتية، بالإضافة إلى الإنسان. ويمكن تقسيم هذه المجموعة من حيث إنتاجها للغذاء أو إستهلاكها له إلى ثلاث مجموعات، وهى:

١- مجموعة العناصر الحية المنتجة

وتتمثل فى الكائنات الحية النباتية. ويطلق على هذه المجموعة إسم "مجموعة المنتجين"، لأنها تصنع وتنتج غذاءها بنفسها من عناصر المجموعة الأولى. وهى أيضاً توفر الغذاء لمجموعات أخرى غيرها. فالنباتات تصنع غذاءها بنفسها، وهى أيضاً تعدّ غذاءً ضرورياً للكثير من الكائنات الأخرى.

٢- مجموعة العناصر الحية المستهلكة

وهى تشمل الكائنات الحية الحيوانية التى تعتمد فـى غـذائها علـى غيرها، ولذلك تسمى "مجموعة المنتفعين"، أو "مجموعة المستهلكين".

وتشتمل هذه المجموعة على الإنسان، والحيوانـات العشـبية (آكلـة العشب)، والحيوانات آكلة اللحوم. فهذه الحيوانات تعتمد على غيرهـا فـى توفير الغذاء اللازم لها.

٣- مجموعة العناصر الحية المحلِّلة

وتضم هذه المجموعة الكائنات المجهرية الدقيقة، مثـل: الفطريـات، والبكتريا. وتقوم هذه المجموعة بعملية تكسير أو تحليل للمـواد العضـوية سواء كانت نباتية أم حيوانية.

وتلعب هذه المجموعة من العناصر دوراً مهمّاً فى التخلص من بقايـا الكائنات الحية، وتنقية البيئة وتخليصها من أنواع عديدة من الملوثات.

المدخلات والمخرجات للنظام البيئى

يعدّ النظام البيئى دورة متصلة من مجموعة من العناصر التى تعـرف بالمدخلات والمخرجات. ويطلق على تلك المجموعة من العناصر التى يعيش ويعتمد عليها الإنسان فى غذائه وإحتياجاته الضـرورية لإسـتمرار حياتـه كالنباتات والحيوانات والشمس والرياح والمياه، وغيرهـا إسـم "مـدخلات النظام البيئى"، على حين يطلق "مخرجات النظام البيئى" على تلك المجموعة

من العناصر التى تخرج نتيجة نشـــاطات الإنســـان المختلفـــة، والـــدورات الطبيعية للعناصر فى الطبيعة، مثل : المياه، والحرارة، والنبات، وغيرها.

مدخلات النظام البيئى

تعدّ الشمس أهم عناصر النظام البيئى على الإطلاق، فهى تمدنا بالطاقة والضوء اللازمين لإستمرار الحياة على سطح الأرض. فضوء الشمس أحـــد العوامل الضرورية واللازمة لإتمام عملية التمثيل الضوئى فى النبات، والتى من خلالها يتم تكوين غذاء النبات اللازم لنموه. والنباتات – كما هو معروف – هى الغذاء الرئيسى للعديد من الحيوانـــات، التـــى تعـــرف بـــــ "آكـــلات الأعشاب". وكذلك، تكون النباتات والحيوانات غذاءً مهماً وضرورياً للإنسان.

كذلك تساعد حرارة الشمس على تبخير كميات كبيرة من مياه البحـــار والمحيطات، مما يساعد على تكوين السحب التى تسقط الأمطار على مناطق متفرقة من سطح الأرض. وتعدّ الأمطار أحد مصادر مياه الـــرى المهمـــة، وبخاصة فى المناطق الصحراوية، والمناطق التى لا تمر بهـــا الأنهـــار، أو التى تفتقر إلى المياه الجوفية ومياه العيون والآبار.

ومن مدخلات النظام البيئى أيضاً : الرياح ومياه الأنهار، حيـــث إنهـــا تنقل بذور النباتات من مكان إلا آخر، وتسهم فى إدخال أنواع متعـــددة مـــن النباتات ونموها وإزدهارها.

ويمكن إعتبار الإنسان كعنصر من المدخلات فى النظام البيئـــى، لأنـــه ينقل بذور النباتات، ويستنبط أنواعاً جديدة منها. كما نجـــح الإنســـان فـــى إستخدام الأسمدة الكيميائية والمخصبات (الصناعية) لتقوية التربـــة، ممـــا ينعكس على النباتات المزروعة بها.

وهكذا، نجد أنه كلما إزداد نشاط الإنسان وتقدمه التقنى، كان تــأثيره على البيئة وعناصرها أكبر، بما يؤدى إلى زيادة مواردها.

مخرجات النظام البيئى

يعدّ الماء أحد عناصر النظام البيئى، وهو يخرج مرة أخرى من النظام البيئى على هيئة بخار ماء من المسطحات المائية بفعــل حــرارة الشــمس والتيارات الهوائية، أو من النباتات فى أثناء عمليات النــتح، وتمثــل هــذه المرحلة إحدى مراحل الدورة المائية على سطح الأرض.

كذلك يخرج النبات من البيئة من خلال تغذية الإنسان والحيــوان بــه. ويتم أيضاً إخراج الحيوانات من البيئة عن طريق صيدها أو موتها وفنائها.

وكما أن الإنسان يعدّ أحد مدخلات النظام البيئى، فهو أيضاً أحد عناصــر مخرجات ذلك النظام من خلال موته وفنائه وإندثاره.

وهكذا، نجد أن النظام البيئى هو عبارة عن نظام مفتوح تدخله العناصر فى صور محددة وتخرج منه فى صور أخرى. تدخله نقية وتخرج منه نقية إلى حد كبير أو ملوثة بعض الشئ. ومع وجود هذا التلوث البســيط، فــإن النظام البيئى يستطيع إستيعاب هذا التلوث المحــدود، وعلــى ذلــك تــدخل العناصر مرة أخرى بصورة نقية.

ولكن، نتيجة التقدم التقنى الهائل فى الزراعة والصناعة ومختلف نواحى الحياة، وما صاحبه من تلوث فاق الحدود، فإن الأنظمة البيئية أصبحت غير قادرة على إستيعاب هذا الكم من التلوث الذى شمل كل عناصر النظام البيئى (المدخلات والمخرجات).

لقد أصبحت المدخلات ملوثة والمخرجات أكثر تلوثاً، مما أدى إلى تراكم جميع أنواع الملوثات، وبالتالى أضعف من الدور الذى تقـوم بـه وتلعبـه الدورات الطبيعية فى تدوير الملوثات وتشتيتها.

التوازن الطبيعى

هناك علاقات تربط الكائنات الحية بعضها ببعض، كما أن هناك علاقات تربط بين هذه الكائنات الحية والعوامل الطبيعية التى تحـيط بهـا. ولـذا، نستطيع القول بأن أى خلل فى هذه العلاقات سيؤدى بشكل أو بـآخر إلـى الإخلال بالتوازن الطبيعى.

وهناك أساليب مختلفة للحفاظ على التوازن بين الأفراد والمجموعـات فى أى نظام بيئى. وعلى الرغم من وجود تغيرات مستمرة فى مكونات بيئة ما، فإنه توجد عوامل تساعد على حفظ التوازن وبقائه وإستمراره.

ويحدث التوازن نتيجة عوامل طبيعية، مثل : الماء والغذاء والشـمس والغازات والمعادن، وهو ما يسمى بالتوزان الطبيعى. كذلك قد يحدث الإتزان (التوازن) نتيجة عوامل حيوية، مثل : الإفتراس والتطفل.

وقد يحدث الخلل فى التوزان البيئى نتيجة عدم توافر الكمية اللازمـة من الطاقة الشمسية، وغاز ثانى أكسيد الكربون، حيث يؤدى ذلك إلى نقص الكمية المنتجة من المواد الكربوهيدراتية، مما يـؤثر سـلباً علـى آكـلات الأعشاب (آكلات النباتات)، وبالتالى ينعكس ذلك على كائنات المرتبة التـى تليها فى السلسلة الغذائية، وهى آكلات اللحوم. وهكذا يحـدث الخلـل فـى التوازن الطبيعى.

وتلعب الكائنات الحية دوراً مهماً فى التوازن الطبيعى.. فإبـادة نـوع معين من الفرائس (كالحشرات بإستعمال مبيد الـ د.د.ت) يؤدى إلى نقصان عدد الكائنات التى تتغذى على الحشرات كالطيور مثلاً، وذلك يؤدى بـدوره إلى نوع من التفكك فى السلسلة الغذائية.

ومن ناحية أخرى، فإن أى إزدياد غير محدود فى تعـداد أفـراد أيـة مجموعة سكانية سيؤدى بالضرورة إلى إستنفاد العناصر أو الكائنات التـى يعتمد عليها أفراد هذه المجموعة، مما يؤدى إلى حدوث خلل فـى التـوازن البيئى، والذى يعدّ التلوث البيئى من أهم وأبرز سماته وصفاته.

ومن خصائص الأنظمة المختلفة أن تعيش فيها أنـواع معينـة مـن الكائنات الحية. فإذا إختفى منها نوع، إختل الإتزان وأصبحت أنواع أخـرى من هذه الكائنات مهددة بالإنقراض. كما أن إبادة نوع من أنواع الحيوانـات بسبب إستخدام مبيد قد ينتج عنه تكاثر نوع من الحشرات بشكل رهيب كانت الحيوانات التى تمت إبادتها تتغذى عليه وتحمى البيئـة من شـرور كثـرة أعداده.

الباب الثانى

البيئة

بين القانون والتطبيق

يعد سطح الأرض هو البيئة الصالحة المناسبة التي يعيش فيها الإنسان وغيره من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية .

فباطن الأرض وسطحها وغلافها الجوي ، تزخر جميعها بالعناصر والمواد كافة اللازمة للإنسان خلال رحلته الطويلة على سطح الأرض ، وهي ما نطق عليه اسم " الموارد الطبيعية " . ولقد أثرت هذه العناصر – ومازالت تؤثر – في نشاط الإنسان وأسلوب حياته بطرق متباينة .

ففي إحدى فترات التاريخ القديم ، كان الإنسان "عبداً للبيئة" ، يخضع خضوعا مباشرا وقويا لظروفها المناخية التي تحكمت في الإنسان ، وفي ما يقوم به من أنشطة ، فاقتصر نشاطه علي حرف الجمع والالتقاط والصيد ، دون أن يكون له القدرة علي التأثير في تلك البيئة وظروفها المختلفة .

ولكن .. ومع مرور العصور والأزمان ، نجح الإنسان في التعرف علي العوامل والظروف المختلفة التي تحيط به ، ونجح في فهمها ، بل والتحكم فيها والسيطرة عليها. لقد نجح في التغلب علي الظروف البيئية المختلفة ، وساعده علي ذلك النجاحات المتتابعة التي حققها في المجالات المتعددة ، مما أحدث تطورات ضخمة في النواحي التكنولوجية والاجتماعية والاقتصادية .

وهكذا ... أصبح الإنسان "سيداً للبيئة" بعد أن كان عبداً لها ، وبدأت سيطرته علي البيئة تزداد إحكاما . وأصبح الإنسان – بفضل تقنياته الحديثة

– قادراً علي التحكم في عناصر البيئة المختلفة من حوله ، وأصبح قـــادراً على استغلالها بالكيفية التي تحقق طموحاته ورغباته .

وراح الإنسان ... يستنزف العديد من الموارد الطبيعية للبيئـــة ، دون أن يراعى نواميس الطبيعة وقوانينها ، ودون أن يراعي التوازن البيئي بين عناصر البيئة المختلفة. وبكل أسف ، فقد استنزف الإنسان – ومـــازال فـــي فترات قصيرة جدا – تلك الموارد غير المتجددة ، مثل : البتـــرول والفحـــم والمعادن ، وهي الموارد التي لا يمكن تعويضـــها ، لأن عمليـــات تكوينهـــا استغرقت عصوراً طويلة .

كما نجح الإنسان في اكتشاف وابتكار أصناف من المركبات الكيميائية الجديدة ، والتي لم تكن معروفة من قبل ، تلك المركبات التـــي اســـتخدمها الإنسان بإسراف ، فكان من نتيجة هذا الاستخدام غير الرشيد تلويـــث كـــل الموارد الطبيعية ، من هواء ومياه وغذاء ، حتى إن التربة الجامدة لم تسلم من هذا التلوث الفتاك .

إن الإنسان في سبيل تحقيق مزيد من الرفاهية لنفسه ، وتحقيق أقصى عائد من استخدام موارد البيئة ، أسرف في استخدام التقنيات الحديثة ، دون أن يراعي البعد السلبي لها علي البيئة ومواردها ، ممـــا أدى إلـــي تلويـــث الهواء والمياه والغذاء والتربة .

ومن المؤكد ، أنه كلما زادت أعـــداد الســـكان فـــي العـــالم ، ازدادت مخلفاتهم ونفاياتهم ، مما يزيد من معدلات التلوث وصوره وأشكاله .

لقد أصبح التلوث البيئي – في يومنا الحالي – أحد قضايا الساعة ، بل إنه القضية الأهم ، بعد أن صار قضية عالمية ، وليس قضـــية محليـــة أو إقليمية .

وبدأ الإنسان – حديثا – يستشعر ويدرك مخاطر ما اقترفه في حق بيئته ، وفي حق المخلوقات الأخرى التي تشاركه في ذلك الكون الفسيح . وبقدر ما استطاع الإنسان من أن يحدد المشكلة وأبعادها الخطيرة ، إلا أنه مازال عاجزاً عن مواجهتها أو الحد من خطورتها والتغلب عليها .

ولقد تعالت بعض الأصوات تطالب بإنشاء ما يسمى " شرطة البيئة " ، في حين يطالب بعض آخر بتطبيق القوانين الصارمة .

وفي الحقيقة ، فإن – شخصيا – لي رؤية أخرى ، لا تختلف مع هؤلاء أو أولئك في الهدف ، ولكنها تختلف حتما في الأساليب المقترحة للوصول إلي الهدف الأسمى .

نعم للقانون الصارم ... ونعم للشرطة الحارسة ، ولكن قبلهما هناك المعرفة والتوعية .

إنني أري أن الاسلوب الأمثل لمواجهة تلك السلوكيات والممارسات الخاطئة التي تصدر عن بعض البشر مسببة تلوث البيئة ، إنما يكون من خلال بعث المعرفة ونشر التوعية .

ونعم للقانون ... عندما يصبح القانون ضرورة حتمية لمواجهة سلوك وسلوكيات تلك الفئة التي لاتدرك خطورة ما تقترفه من اعمال في حق بيئتها ومجتمعها .

نعم للقانون .. حتي ينظم كيفية التعامل مع البيئة ومواردها ... نعم للقانون .. ليحدد المواد الخطرة والملوثة واتي تسبب الأضرار الخطيرة والمميتة للإنسان والكائنات الحية كافة . نعم للقانون .. ليفرض العقوبات الرادعة والكفيلة بأن تحد من تلك المواد الملوثة والخطرة والتي تهدد صحة الإنسان .

أهلا بالقانون .. ليكون هو الحارس الحقيقي للبيئة طالما أن الإنسان قد تخلي عن دورة في الحفاظ علي البيئة وصيانتها .. وهي بلاشك جزء من الأمانة التي تحملها الإنسان ... بعد أن أبت الأرض والسموات والجبال إن يحملنها وأشفقن منها وحملها الإنسان . كما جاء في قوله تعالي : " انا عرضنا الأمانة على السموات والأرض والجبال فأبين أن يحملنها واشفقن منها وحملها الإنسان إنه كان ظلوماً جهولاً ". سورة الأحزاب : الآية ٧٢ .

البيئة والمحافظة عليها ... عبر التاريخ

* قد يكون أول قانون خاص بالبيئة " قانون فرعوني" ، هذا القانون يقدس نهر النيل ، فهو بالنسبة لقدماء المصريين " النهر المقدس" ، يحرم إلقاء القاذورات فيه ، كما يحرم التبول والتبرز في مياهه .

* كانت المدن الأغريقية والرومانية تفرض أوامر صارمة بمنع إصدار الأصوات المزعجة ليلاً ، بل وصل الأمر إلي الحد الذي جعلهم يفرشون الشوارع – حيث يسكن الفلاسفة والعلماء – بمواد تمتص أصوات العجلات وحوافر الخيل ، وذلك لأنهم يعدون الضوضاء من الأشياء التي تحد من قدرة الفلاسفة علي التفكير ، والعلماء علي الاختراع والابتكار .

* اصدر محمد علي باشا قانونا يمنع الباعة الجائلين من النداء للإعلان عن بضاعتهم في وقت القيلولة ، وذلك لعدم إزعاج الناس في الوقت الذي يخلدون فيه إلي الراحة والنوم .

* كان من مهام "المحتسب" مراقبة الأسواق والتأكد من سلامة الأغذية التي تباع بها ، والتأكد من طرق إعدادها ونظافتها . فقد ذكر عبد الرحمن بن نصر الشيزري في كتابه " نهاية الرتبة في طلب الحسبة " ما يلي :

"يكتب المحتسب في دفتره أسماء الخبازين ومواضع حوانيتهم ، فإن الحاجة تدعو إلي معرفتهم ، ويأمرهم بنظافة أوعية الماء وتغطيتها ، وغسيل المعاجن ونظافتها ، وما يغطي به الخبز ، وما يحمل عليه . ولا يعجن العجان بقدميه ولابركبتيه ولا بمرفقيه لأن في ذلك مهانة للطعام ، وربما قطر في العجن شئ من عرق إبطيه ويديه ، فلا يعجن إلا وعليه ثوب من غير كم ، ويكون ملثماً أيضا لأنه ربما عطس أو تكلم فقطر شئ من بصاقه أو مخاطه في العجن . ويشد علي جبينه عصابة بيضاء لئلا يعرق فيقطر منه شئ في العجن ، ويحلق شعر ذراعيه لئلا يسقط منه شئ في العجن . وإذا عجن في النهار فليكن عنده إنسان في يده مذبة يطرد عنه الذباب " .

هكذا كانت عناية المسلمين القدامي بنظافة الغذاء وحرصهم علي سلامته !

بعض القوانين البيئية المهمة

هناك عديد من القوانين التي صدرت متفرقة لمعالجة بعض المشكلات، ولكنها لم تحظي بالتنفيذ نظرا لعدم وجود عقوبات رادعة ، أو ربما لأنه لم تكن هناك متابعة لتنفيذها . ومن هذه القوانين :

القانون رقم (٤٥) لسنة ١٩٤٩ : بشأن تنظيم استعمال مكبرات الصوت .

القانون رقم (٤٥٣) سنة ١٩٥٤ : بشأن المحال التجارية والصناعية .

القانون رقم (٦٦) لسنة ١٩٥٦ : بشأن تنظيم الإعلانات .

القانون رقم (٧٩) لسنة ١٩٦١ : بشأن الكوارث البحرية والحطام البحري .

القانون رقم (٩٣) لسنة ١٩٦٢ : بشأن صرف المخلفات السائلة .

القانون رقم (٣٨) لسنة ١٩٦٧ : بشأن النظافة .

القانون رقم (٥٧) لسنة ١٩٧٨ : بشأن البرك والمستنقعات ومنع أعمال الحفر .

القانون رقم (٥٢) لسنة ١٩٨١ : بشأن الوقاية من اضرار التدخين .

القانون رقم (٤٨) لسنة ١٩٨٢: بشأن حماية نهر النيل والمجاري المائية من التلوث .

القانون رقم (١٠٢) لسنة ١٩٨٣ : بشأن المحميات الطبيعية .

القانون رقم (١٤٦) لسنة ١٩٨٤ : بشأن الطرق العامة .

القانون رقم (٧٢) لسنة ١٩٦٨ : بشأن منع تلوث مياه البحر بالزيت .

بعض الاتفاقات الدولية الهامة

ومما تجدر الإشارة إليه ، أنه مع بداية النصف الثاني من القرن العشرين الميلادي ، كانت هناك اهتمامات دولية عالمية بمشكلات البيئة والتلوث ، تبلورت في صورة اتفاقيات دولية يعني العديد منها بحماية الشواطئ ومياه البحار والمحيطات من التلوث .

وقد وافقت مصر علي العديد من تلك الاتفاقيات الدولية التي تهتم بحماية البيئة البحرية . ومن أهم تلك الاتفاقات :

(١) اتفاقية لندن عام ١٩٥٤ (المعدلة في ١١ إبريل عام ١٩٦٢) .

- بشان منع تلوث البحار بالنفط .
- عمل بها اعتبارا من ٢٢ يولية عام ١٩٦٣م.
- انضمت مصر إلي هذه الاتفاقية بموجب القرار الجمهوري رقم ٤٢١ لسنة ١٩٦٣ ، وقد نشر في الجريدة الرسمية العدد ٥٥ في ١٠ من مارس ١٩٦٣م.

(٢) البروتوكول المتعلق بالتدخل في أعالي البحار (الموقع في لنـــدن ١٩٧٣/١١٤/٢)

- بروتوكول خاص بحالات التلوث البحري الناجم عن مواد غير الزيت .
- تم توقيع هذا البرتوكول في لندن في ١٩٧٣/١١/٢م.
- عمل بهذا البرتوكول في مصر اعتبارا من ١٩٨٩/٥/٤م.

(٣) اتفاقية منع التلوث البحري من السفن لعام ١٩٧٣م.

- تم توقيع هذه الاتفاقية في عام ١٩٧٣م .
- أنضمت إليها مصر بموجب القرار الجمهوري رقم ٤٣٦ لسنة ١٩٨٤م.

(٤) اتفاقية حماية البحر الأبيض المتوسط من التلوث

- تم العمل بهذه الاتفاقية اعتبارا من ٢٣ سبتمبر ١٩٧٩م .
- تم انضمام مصر إليها بموجب القرار الجمهـوري رقـم ٣١٩ لسنة ١٩٧٨م.

(٥) بروتوكول لندن عام ١٩٧٨

- هذا البروتوكول خاص بالمعاهدة الدولية لمنع التلوث من السفن سنة ١٩٧٣م .
- تم توقيع هذا البروتوكول في "لندن" في ١٧ فبراير عام ١٩٧٨م.
- تم العمل بهذا البروتوكول في مصر اعتبارا من ١٧ أغسطس ١٩٨٦م ، حيث انضمت مصر إلي هذا البروتوكول بموجب القرار الجمهوري رقم ١٥٢ لسنة ١٩٨٦ ، والذى نشر في الجريدة الرسمية في العدد ٤٢ في ١٩٨٦/١٠/١٦م.

(٦) <u>بروتوكول اثينا عام ١٩٨٠</u>

- بشأن حماية البحر الأبيض المتوسط من التلوث من مصادر برية .
- تم توقيع هذا البروتوكول في " أثينا" في ١٩٨٠/٥/١٧م.
- عمل بهذا البروتوكول في مصر اعتبارا من ١٩٨٣/٦/١٨ ، حيث انضمت مصر إلي هذا البروتوكول بموجب القرار الجمهوري رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٢ ، والذى نشر في الجريدة الرسمية في العدد ٥ في ١٩٨٢/٢/٢م.

(٧) <u>اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢</u>

- تم توقيع هذه الاتفاقية في عام ١٩٨٢م.
- انضمت مصر إلي هذه الاتفاقية بموجب القرار الجمهوري رقم ١٤٥ لسنة ١٩٨٣ ، والذى نشر في الجريدة الرسمية في العدد ٥ في ١٩٨٢/٢/٢م.

(٨) الاتفاقية الإقليمية للمحافظة علي بيئة البحر الأحمر

- تهتم هذه الاتفاقية بالمحافظة علي بيئة البحر الأحمر وخليج عدن .
- تم التوقيع علي هذه الاتفاقية والبروتوكول المرفق بها في مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية في ١٤/٢/١٩٨٢م.
- عمل بها في مصر اعتبارا من ١٣/٩/١٩٩٠م ، حيث أنضمت إليها مصر بموجب القرار الجمهوري رقم ١٩٨ لسنة ١٩٩٠ ، والذى نشر في الجريدة الرسمية في العدد رقم (٥٠) في ١٣/٩/١٩٩٠م.

دلائل اهتمام مصر بحماية البيئة

مما لا شك فيه إن جمهورية مصر العربية ، وهي إحدى الدول المحورية والفاعلة ، في المنطقة العربية ، تؤمن إيمانا عميقا بدورها الريادي والقيادي في مختلف المجالات . ومن ضمن هذه المجالات وأهمها مجال الاهتمام بالبيئة والحفاظ عليها وصيانتها .

ومن الدلائل والقرائن التي تشير إلي اهتمام مصر بحماية البيئة :

١ - العديد من القوانين التي صدرت بشأن الحفاظ علي البيئة ومواردها وصيانتها ، مثل : القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ ، والقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ ، وغيرها من القوانين التي سبق الإشارة إليها .

٢ - إصدار السيد رئيس الجمهورية قراره رقم (٦٣١) لسنة ١٩٨٢م بإنشاء جهاز شئون البيئة برئاسة مجلس الوزراء .

٣ – إصدار القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية الصادرة بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٣٣٨ لسنة ١٩٩٥ . والذى يعد أول قانون كامل متكامل يعني بالبيئة ومشكلاتها والإجراءات الكفيلة بالمحافظة علي البيئة ومواردها وصيانتها وحمايتها .

٤ – قرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٢٨٨٣ لسنة ١٩٩٧م ، وذلك بتشكيل لجنة لبحث مشكلات حماية البيئة . وقد أنشأت هذه اللجنة برياسة وزير التنمية الريفية وعضوية وزراء السياحة والإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية والانتاج الحربي والصناعة والثروة المعدنية والصحة والسكان والتعليم العالي وشئون البحث العلمي وشئون البيئة .

٥ – المسارعة إلي المشاركة في جميع الاتفاقات والبروتوكولات التي تعني بالبيئة والمحافظة عليها وحمايتها وصيانتها محليا ودوليا .

حماية البيئة الهوائية من التلوث

يمثل الهواء – في الكون – دعامة مهمة من دعائم الحياة ، بل بدونه تستحيل الحياة علي الإطلاق . فلو لم يخلق الله – سبحانه وتعالى – الهواء ، ما كانت هناك رياح ولا أمطار ولا ضباب . وأكثر من ذلك ، أن السماء تبدو سوداء في أثناء النهار لأن زرقتها ناتجة عن انكسار أشعة الشمس عند اختراقها طبقة الهواء المحيطة بالكرة الأرضية . ولولا وجود الهواء ما أمكن سماع الأصوات ، لأن الهواء يعد الوسط الذي يتم من خلاله انتقال الموجات الصوتية من مصادر الصوت إلى عضو السمع وهو الأذن .

والهواء يلطف من درجات الحرارة في النهار إلى الدرجة التي تتحملها طبيعة الإنسان وأجهزته المختلفة . فالهواء يعمل كعازل يقي الأرض من أشعة الشمس الحارقة ، وهو موزع جيد للحرارة أيضاً حيث إنه يقوم بتوزيع الحرارة علي سطح الأرض .

كذلك ، فإن الهواء يعدّ كمظلة تقي سطح الأرض من تساقط الشهب والنيازك ، إذ إن احتكاكها بالهواء يقلل من سرعتها إلي درجة كبيرة بحيث تصل إلي الأرض بسرعة بطيئة لاتكاد تؤثر إلا في منطقة سقوطها .

وعلي الرغم من أن الهواء أوفر العناصر المكونة للبيئة وأرخصها إلا أنه أثمنها وأغلاها .

وتكمن أهمية وخطورة الهواء علي حياة الإنسان في أنه يصعب التحكم في اختيار النوعية التي تستنشق منه ، وذلك علي عكس الماء والغذاء اللذين يسهل التحكم في اختيار نوعيتهما .

ولذلك كانت القوانين مهمة جدا للحفاظ علي الهواء وحمايته من التلوث . فالقوانين تحدد النسب الآمنة لمكونات الهواء ، كما أنها تنظم وتحدد نسب الانبعاثات المختلفة الصادرة عن نشاطات الإنسان وتقنياته، كما سنري في مواد القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م.

المادة (٣٥) :

"تلتزم المنشآت الخاضعة لأحكام هذا القانون في ممارستها لأنشطتها بعدم انبعاث أو تسرب ملوثات للهواء بما يجاوز الحدود القصوى المسموح بها في القوانين والقرارات السارية وما تحدده اللائحة التنفيذية لهذا القانون " .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٥) :

عدم التزام المنشآت الخاضعة لأحكام القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م عند ممارستها لأنشطتها بمنع انبعاث أو تسرب المواد التي تسبب تلوث الهواء بما يجاوز الحدود القصوى المسموح بها في القوانين والقرارات ، وبما ورد بالملحقين (٥ ، ٦) من اللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م " .

العقوبة : المادة (٨٧)

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد علي عشرين إلف جنيه. وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٣٦) :

"لايجوز استخدام آلات أو محركات أو ماكينات ينتج عنها عادم يجاوز الحدود التي تقررها اللائحة التنفيذية لهذا القانون " .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٦) :

استخدام آلات أو محركات أو مركبات ينتج عن تشغيلها أو إدارتها خروج أو انبعاث عادم يجاوز الحدود المسموح بها والتي تحددها وتوضحها المادة (٣٧) باللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م ، حيث قسمت أنواع المركبات إلي نوعين ، وهما :

١ - المركبات الموجودة في الخدمة حالياً : تكون الانبعاثات الصادرة عنها طبقا للنسب التالية :

* غاز أول أكسيد الكربون (CO) : تكون نسبته ٧% بالحجم عند السرعة الخاملة .
* هيدروكربونات غير محترقة : تكون نسبتها ١٠٠٠ جزء في المليون عند السرعة الخاملة .
* الدخان : تكون نسبته ٦٥% درجة عتامة أو ما يعادلها عند أقصى تعجيل.

٢ - المركبات الحديثة (التي يجري ترخيصها اعتبارا من عام ١٩٩٥م)

* غاز أول أكسيد الكربون (CO) : تكون نسبته ٤,٥% بالحجم عند السرعة الخاملة* .
* هيدروكربونات غير محترقة : تكون نسبتها ٩٠٠ جزء في المليون عند السرعة الخاملة .
* الدخان : تكون نسبته ٥٠% درجة عتامة أو ما يعادلها عند أقصى تعجيل.

---

* السرعة الخاملة هي : (٦٠٠ - ٩٠٠ لفة / دقيقة)

العقوبة : المادة (٨٦)

"يعاقب بالغرامة لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد علي ثلاثمائة جنيه كل من خالف حكم المادة (٣٦) من هذا القانون . وللمحكمة إن تقضي بوقف الترخيص لمدة لا تقل عن أسبوع ولا تزيد علي ستة اشهر . وفي حالة العود يجوز لها الحكم بإلغاء الترخيص" .

المادة (٣٧)

"يحظر إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة إلا في الأماكن المخصصة لذلك بعيدا عن المناطق السكنية والصناعية والزراعية والمجاري المائية . وتحدد اللائحة التنفيذية لهذا القانون ، المواصفات والضوابط والحد الأدنى لبعد الأماكن المخصصة لهذه الأغراض عن تلك المناطق . وتلتزم الوحدات المحلية بالاتفاق مع جهاز شئون البيئة بتخصيص أماكن إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة طبقا لأحكام هذه المادة " .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٧) :

إلقاء القمامة والمخلفات الصلبة أو حرقها أو معالجتها في غير الأماكن المخصصة لذلك بعيدا عن الأماكن السكنية والزراعية والصناعية ، وطبقا للمواصفات والضوابط الموضحة بالمادة (٣٨) من اللائحة التنفيذية للقانون (٤) لسنة ١٩٩٤ ، وهي :

١ – أن تكون تحت الرياح السائدة للتجمعات السكنية .

٢ – أن تبعد (١٥٠٠) متر عن أقرب منطقة سكنية .

٣ – أن تكون سعة المحرق أو المحارق المخصصة تكفي لحرق القمامة المنقولة إليها خلال (٢٤) ساعة .

٤ – إن يكون موقع المحرقة في مكان تتوافر به مساحة كافية لاستقبال القمامة المتوقعة طبقا لطبيعة النشاطات بالمنطقة الحضرية وتعداد سكانها .

العقوبة : المادة (٨٧) :

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين إلف جنيه. وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٣٨)

"يحظر رش أو استخدام مبيدات الآفات أو أي مركبات كيماوية أخري لأغراض الزراعة أو الصحة العامة أو غير ذلك من الأغراض إلا بعد مراعاة الشروط والضوابط والضمانات التي تحددها اللائحة التنفيذية لهذا القانون ، بما يكفل عدم تعرض الإنسان أو الحيوان أو النبات أو مجاري المياه أو سائر مكونات البيئة بصورة مباشرة أو غير مباشرة في الحال أو المستقبل للآثار الضارة لهذه المبيدات أو المركبات الكيماوية " .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٨) :

رش أو استخدام مبيدات الآفات أو مركبات كيماوية أخري لأغراض الزراعة أو الصحة العامة بما يعرض الإنسان أو الحيوان أو النبات أو مجاري المياه أو سائر مكونات البيئة بصورة مباشرة أو غير مباشرة في

الحال أو المستقبل للآثار الضارة الناجمة عن هـذه المبيـدات والمركبـات الكيماوية .

وقد حددت المادة رقم (٤٠) باللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسـنة ١٩٩٤م ، الشروط والضوابط والضمانات التـي تضـعها وزارة الزراعـة ووزارة الصحة وجهات شئون البيئة ، وهي :

١ – يلزم عند رش المبيدات والآفـات الزراعيـة إخطـار الوحـدات الصحية والبيطرية بأنواع مواد الرش ومضادات التسمم .

٢ – توفير وسائل الإسعاف اللازمة .

٣ – توفير ملابس ومهمات واقية لعمال الرش

٤ – تحذير الأهالي من التواجد بمناطق الرش

٥ – أن يقوم بالرش عمال مدربون

٦ – لا يتم الرش بالطائرات إلا في حالات الضرورة

العقوبة : المادة (٨٧)

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألـف جنيـه ولا تزيـد علـي عشرين إلف جنيه. وفي حالة العـود تكـون العقوبـة الحـبس والغرامـة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

<u>المادة (٣٩)</u> :

"تلتزم جميع الجهات والإفراد عند القيام بإعمال التنقيب أو الحفـر أو البناء أو الهدم أو نقل ما ينـتج عنهـا مـن مخلفـات أو أتربـة باتخـاذ الاحتياطيات اللازمة للتخزين أو النقل الآمن لها لمنع تطايرها وذلـك علـي النحو الذي تبينه اللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٥م" .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٩) :

عدم الالتزام باتخاذ الاحتياطيات اللازمة للتخزين أو النقل الآمن للمخلفات أو الأتربة الناتجة عن القيام بإعمال التنقيب أو الحفر ، طبقا لما حددته المادة (٤٠) من اللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م ، وهي :

١ – إن يتم التشوين بالموقع بالأسلوب الآمن بعيدا عن إعاقة حركة المرور والمشاة ويراعي تغطية القابل للتطاير منها حتى لا يسبب تلوث الهواء .

٢ – نقل المخلفات والأتربة الناتجة عن أعمال الحفر والهدم والبناء في حاويات أو أوعية خاصة باستخدام سيارات نقل معدة ومرخصة لهذا الغرض .

٣ – إن تخصص الأماكن التي تنقل لها هذه المخلفات بحيث تبعد مسافة لا تقل عن ١٥ كم من المناطق السكنية .

٤ – إن تقوم المحليات بتحديد الأماكن التي تنقل لها المخلفات ، ولا يصرح بنقل أو التخلص من تلك المخلفات إلا بالاماكن المخصصة لذلك والمرخص بها من قبل المحليات المعنية .

العقوبة : المادة (٨٦) :

"يعاقب بالغرامة التي لا تقل عن ٥٠٠ جنيه ولا تزيد علي إلف جنيه. كل ما يخالف حكم المادة (٣٩) من هذا القانون . وللمحكمة إن تقضي بوقف الترخيص لمدة لا تقل عن أسبوع ولا تزيد علي ستة اشهر . وفي حالة العود يجوز لها الحكم بالغاء الترخيص " .

<u>المادة (٤٠):</u>

"يجب عند حرق أي نوع من أنواع الوقود أو غيرها سواء كان في أغراض الصناعة أو توليد الطاقة أو الإنشاءات أو أي غرض تجاري آخر ، إن يكون الدخان والغازات والأبخرة الضارة الناتجة في الحدود المسموح بها ، وعلي المسئول عن هذا النشاط اتخاذ جميع الاحتياطيات لتقليل كمية الملوثات في نواتج الاحتراق المشار إليها . وتبين اللائحة التنفيذية لهذا القانون تلك الاحتياطيات والحدود المسموح بها ومواصفات المداخن وغيرها من وسائل التحكم في الدخان والغازات والأبخرة المنبعثة من عملية الاحتراق " .

جريمة (مخالفة) المادة (٤٠) :

عدم الالتزام بالحدود المسموح بها عند حرق الوقود لأي غرض من الأغراض أو عدم التزام المسئول عن هذا النشاط باتخاذ جميع الاحتياطيات الواردة بالمادة (٤٢) من اللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م ، والتي تنص علي :

أ – الاحتياطيات اللازم اتخاذها لتقليل كمية الملوثات في نواتج الأحتراق :

١ – يحظر الحرق المكشوف الذي لا يتوافر فيه التصميمات السليمة لضمان الاحتراق الكامل وتصريف العوادم من خلال مداخن طبقا للمواصفات الهندسية المناسبة.

٢ – إن يتم تصميم الموقد وبيت النار بحيث يحدث مزج كامل لكمية الهواء الكافية للحرق الكامل ضمانا للإقلال من انبعاث نواتج الحرق غير الكامل ، وبحيث لا يزيد ما ينبعث من الملوثات عن الحدود القصوى

المسموح بها للانبعاث ، وفقا كما هو مبين بالملحق رقم (٦) باللائحة التنفيذية للقانون .

٣ – يحظر استخدام الفحم الحجري بالمناطق الحضرية وبالقرب من المناطق السكنية .

٤ – يحظر استخدام المازوت والمنتجات البترولية الثقيلة الأخرى والبترول الخام بالمناطق السكنية .

٥ – إلا تزيد نسبة الكبريت بالوقود المستعمل بالمناطق الحضرية وبالقرب من المناطق السكنية عن ١,٥% .

٦ – إن يتم انبعاث الغازات المحتوية على ثاني أكسيد الكبريت عن طريق مداخن مرتفعة بالقدر الكافي بحيث يتم تخفيفها قبل وصولها إلى سطح الأرض .

ب – ارتفاع المداخن :

١ – المداخن التي يصدر عنها انبعاث إجمالي للعادم ما بين ٧٠٠٠–١٥٠٠٠ كجم بالساعة ، يجب إن يتراوح ارتفاعها ما بين (١٨–٣٦) متراً .

٢ – المداخن التي يصدر عنها انبعاث إجمالي أكثر من ١٥٠٠٠ كجم/ ساعة ، يجب إن يكون ارتفاع المدخنة أكثر من مرتين ونصف على الأقل من ارتفاع المباني المحيطة ، بما فيها المبني الذي تخدمه لمدخنة .

٣ – المداخن التي تخدم الأماكن العامة كالمكاتب والمطاعم والفنادق والإغراض التجارية الاخري وغيرها ، يجب إلا يقل ارتفاعها عن ٣ متر عن حافة المبني (أعلى المبني) مع العمل علي ارتفاع سرعة تسريب الغاز من المدخنة .

ج – الحدود القصوى للانبعاث من مصادر حرق الوقود

الملوثات	الحد الأقصى المسموح به
الدخان	١ – (باستعمال كارت رنجلمان*)
الرماد المتطاير	١ – رنجلمان (مصادر متواجدة بالمناطق الحضرية أو بالقرب من المساكن) ٢ – رنجلمان (مصادر بعيدة عن العمران) ٢ – رنجلمان (حرق النفايات)
ثاني أكسيد الكبريت	قائم : ٤٠٠٠ مجم/م^{٣} جديد : ٢٥٠٠ مجم/م^{٣} حرق نفايات : ٢٠ مجم/م^{٣}
ألداهيدات	حرق نفايات، : ٢٠ مجم/م^{٣}
أول أكسيد الكربون	قائم : ٤٠٠٠ مجم/م^{٣} جديد : ٢٥٠٠ مجم/م^{٣}

العقوبة : المادة (٨٧) :

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألــف جنيــه ولا تزيـد علـي عشرين إلف جنيه. وفي حالة العـود تكـون العقوبـة الحـبس والغرامـة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٤١):

" يتعين علي الجهات القائمة بأعمال البحـث والاستكشـاف والحفـر واستخراج وإنتاج الزيت الخام وتكريـره وتصـنيعه أن تلتـزم بالضـوابط

* رنجلمان = ٢٥٠ مجم/م^{٣}

والاجراءات المنصوص عليها في هذا القانون ولائحته التنفيذية والتي يجب إن تستمد من أسس ومبادئ صناعة البترول العالمية التي توفرها الجهة الإدارية المختصة" .

جريمة (مخالفة) المادة (٤١) :

عدم الالتزام بالضوابط والإجراءات المنصوص عليها في القانون واللائحة عند القيام بأعمال البحث أو الاستكشاف أو الحفر أو استخراج أو إنتاج الزيت الخام وتكريره وتصنيعه والتي يجب إن تستمد من الأسس العالمية لصناعة البترول والتي نصت عليها المادة رقم (٤٣) من اللائحة التنفيذية ، وهي إن تلتزم الجهات القائمة بالأعمال المنصوص عليها بالضوابط والإجراءات اللازمة لحماية البيئة والمستمدة من مبادئ صناعة البترول والتي توافق عليها الهيئة العامة للبترول .

كما يجب أن يلتزم القائم بالإعمال في النشاط البترولي بإتباع الإجراءات التي تتبعها الهيئة العامة للبترول التي تتعلق بتنفيذ وتحديد ونقل وحرق البتر وكيماويات والغاز علي الأخص بالآتي :

١ – مراعاة تحديد المسافة الآمنة عند استخدام المتفجرات .

٢ – تزويد الآبار بالمواد والمعدات والصمامات الضرورية لمنع الانفجارات ومنع تسرب الزيت .

٣ – تركيب الأجهزة الخاصة .

ولايجوز بأي حال من الأحوال أن تفيض الفضلات علي سطح الأرض أو علي الطرق العامة أو علي المجاري المائية والبحار وشواطئها .

العقوبة : المادة (٨٧) :

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد علي عشرين إلف جنيه . كل من خالف حكم المادة (٤١) . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٤٢):

" تلتزم جميع الجهات والأفراد عند مباشرة الأنشطة الانتاجية أو الخدمية أو غيرها وخاصة عند تشغيل الآلات والمعدات واستخدام آلات التنبيه ومكبرات الصوت بعدم تجاوز الحد المسموح بها لشدة الصوت . وعلي الجهات مانحة الترخيص مراعاة أن يكون مجموع الأصوات المنبعثة من المصادر الثابتة في منطقة واحدة في نطاق الحدود المسموح بها ، والتأكد من التزام المنشأة باختيار الآلات والمعدات المناسبة لضمان ذلك . وتبين اللائحة التنفيذية لهذا القانون الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة الفترة الزمنية للتعرض له " . .

جريمة (مخالفة) المادة (٤٢) :

عدم إلتزام الجهات والأفراد عند مباشرتها للأنشطة الانتاجية أو الخدمية أو غيرها خاصة عند تشغيل الآلات والمعدات واستخدام آلات التنبيه ومكبرات الصوت بالحدود المسموح بها لشدة الصوت" .

كما إن علي الجهات المانحة للترخيص مراعاة أن يكون مجموعة الأصوات المنبعثة من المصادر الثابتة في منطقة واحدة في نطاق الحدود المسموح بها والتي وردت في نص المادة رقم (٤٤) من اللائحة التنفيذية للقانون حسب الجدول رقم (١) من الملحق رقم (٧) بالنسبة للحدود

المسموح بها لشدة الصوت بالنسبة لتشغيل الآلات ، أما بالنسبة لمجموع الأصوات فقد أحيلت إلي الجدول رقم (٢) بالملحق رقم (٧) .

العقوبة : المادة (٨٧) :

"يعاقب بغرامة لا تقل عن مائة جنية ولا تزيد علي خمسمائة جنيه مع مصادرة الأجهزة والمعدات المستخدمة كل من خالف أحكام المادة (٤٢) من هذا القانون وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس أو الغرامة " .

المادة (٤٣) :

"يلتزم صاحب المنشأة باتخاذ الاحتياطيات والتدابير اللازمة لعدم تسرب أو انبعاث ملوثات الهواء داخل مكان العمل إلا في الحدود المسموح بها ، والتي تحددها اللائحة التنفيذية لهذا القانون سواء كانت ناتجة عن طبيعة ممارسة المنشأة لنشاطها أو عن خلل في الأجهزة ، وأن يوفر سبل الحماية اللازمة للعاملين تنفيذا لشروط السلامة والصحة بما في ذلك اختيار الآلات والمعدات والمواد وأنواع الوقود المناسبة ، علي أن يؤخذ في الاعتبار مدة التعرض لهذه الملوثات وعليه أن يكفل ضمان التهوية الكافية وتركيب المداخن وغيرها من وسائل تنقية الهواء" .

جريمة (مخالفة) المادة (٤٣) :

عدم الالتزام باتخاذ الاحتياطيات والتدابير اللازمة لعدم تسرب أو انبعاث ملوثات الهواء داخل مكان العمل سواء كانت ناتجة عن طبيعة ممارسة المنشأة لنشاطها أو عن خلل في الأجهزة

العقوبة : المادة (٨٧)

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين إلف جنيه. لكل من خالف حكم المادة (٤٣) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

<u>المادة (٤٤)</u>

"يلتزم صاحب المنشأة باتخاذ الاجراءات اللازمة للمحافظة علي درجتي الحرارة والرطوبة داخل مكان العمل بما لا يجاوز الحد الأقصي والحد الأدنى المسموح بهما ، وفي حالة ضرورة العمل في درجتي حرارة أو رطوبة خارج هذه الحدود ، يتعين عليه إن يكفل وسائل الوقاية المناسبة للعاملين من ملابس خاصة وغير ذلك من وسائل الحماية . وتبين اللائحة التنفيذية لهذا القانون الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتي الحرارة والرطوبة ، ومدة التعرض لهما ، ووسائل الوقاية منهما " .

جريمة (مخالفة) المادة (٤٤) :

عدم التزام صاحب المنشأة باتخاذ الإجراءات اللازمة للمحافظة على درجتي الحرارة والرطوبة داخل مكان العمل وبما يجاوز الحد الأقصى والحد الأدنى المسموح به والذى حددته المادة رقم (٤٦) من اللائحة التنفيذية في الملحق رقم (٩) ، والذي حدد الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتي الحرارة والرطوبة ومدى التعرض لهما ومدى وسائل الوقاية منهم .

العقوبة : المادة (٨٧) :

" تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيـــه ولا تزيـــد علـــي عشرين إلف جنيه. لكل من خالف حكم المادة (٤٤) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها فـــي الفقـــرات السابقة " .

المادة (٤٧) :

" لا يجوز إن يزيد مستوى النشاط الاشـــعاعي أو تركيـــزات المـــواد المشعة بالهواء عن الحدود المسموح بها والتي تحددها الجهات المختصـــة طبقا للائحة التنفيذية لهذا القانون " .

جريمة (مخالفة) المادة (٤٧) :

زيادة النشاط الاشعاعي أو تركيزات المواد المشعة بالهواء عن الحدود المسموح بها والتي حددتها المادة رقم (٤٩) باللائحة التنفيذيـــة ، والتـــي جعلت وزير الكهرباء والطاقة هو صاحب الاختصاص في تحديد المســـتوي الاشعاعي أو تركيزات المواد المشعة بالهواء التي لا يجوز تجاوزهـــا بعـــد الرجوع إلي وزارة الصحة وجهاز شئون البيئة .

العقوبة : المادة (٨٨) :

" يعاقب بالسجن مدة لا تقل عن خمس سنوات وغرامة لا تقـــل عـــن عشرين إلف جنيه . ولا تزيد علي أربعين إلف جنيه كل من خـــالف حكـــم المادة (٤٧) من هذا القانون" .

الماء لا يقل أهمية عن الهواء بالنسبة للإنسان ولمعظم الكائنات الحية وليس هناك أبلغ وصفا لأهمية الماء من قوله تعالي : "وجعلنا من الماء كل شئ حي" الآية ٣٠ سورة الأنبياء .

والماء هو المكون الأساسي لمعظم الكائنات الحية ، إذ أن ثلثـــي وزن جسم الإنسان عبارة عن ماء . ويشكل الماء ٩٠% من دم الإنسان . كما أن (٨٠ – ٩٥%) من وزن كثير من الخضروات هو الماء .

ونعتمد في حياتنا علي المياه في مجالات شتى وأغــراض متعــددة ، فالمياه يشربها الإنسان والحيوان ويرتوى منها النبات ، كمـــا أنهـــا تعتبـــر مصدرا من مصادر الغذاء . والمياه عامل ملطف للحرارة علـــي اليابســـة ، فهي تساعد في خفض درجات الحرارة المرتفعـــة . والميـــاه مـــن أشـــهر المذيبات المعروفة . كما أن المياه تلعب دورا فعالا في عمليات الانتقال علي سطح الأرض وذلك من خلال استغلال البحار والمحيطات والأنهار كمجـــاري مائية تسير من خلالها السفن والقوارب .

والماء النظيف الصحي له تركيبة معروفة . ولكـــن نتيجـــة نشـــاطات الإنسان وتقنياته فقد تم إدخال مواد إلي المياه غيرت من صفاته وخصائصه ، وجعلته غير صالح ليؤدي وظيفته في استقامة الحياة علي سطح الأرض .

ولذلك كان القانون والقوانين البيئية مهمة لحماية الميـــاه وصـــيانتها والحفاظ عليها من تعديات الإنسان وتجاوزاته . فكانـــت المـــواد المنظمـــة لنوعية المواد ونسبها والتي يمكن إن تصل إلي المجاري المائية حتي نحافظ عليها .

وسوف نعرض لبعض تلك القوانين فيما يلي :

المادة (٦٩) :

" يحظر علي جميع المنشآت بما في ذلك المحال العامة والمنشآت التجارية والصناعية والسياحية والخدمية تصريف أو إلقاء أية مواد أو نفايات أو سوائل غير معالجة من شأنها إحداث تلوث في الشواطئ المصرية أو المياه المتاخمة سواء تم ذلك بطريقة إرادية أو غير إرادية مباشرة أو غير مباشرة ، ويعتبر كل يوم من استمرار التصريف المحظور ، مخالفة منفصلة " .

جريمة (مخالفة) المادة (٦٩) :

قيام المحال العامة والمنشآت التجارية والصناعية والسياحية والخدمية تصريف أو إلقاء أية مواد أو نفايات أو سوائل غير معالجة من شأنها إحداث تلوث في الشواطئ المصرية أو المياه المتاخمة .

ويندرج تحت هذه المخالفة تصريف العائمات والسفن مخلفاتها إلي مياه النهر أو مياه البحر .

العقوبة : المادة (٨٧) :

"يعاقب بالغرامة التي لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد علي عشرين إلف جنيه كل من خالف حكم المادة (٦٩) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٧٠) :

" يشترط للترخيص بإقامة أية منشآت أو محال علي شاطئ البحر أو قريبا منه ينتج عنها تصريف مواد ملوثة بالمخالفة لأحكام هذا القانون والقرارات المنفذة له أن يقوم طالب الترخيص بإجراء دراسات التأثير البيئي

ويلتزم بتوفير وحدات لمعالجة المخلفات ، كما يلتزم بأن يبدأ بتشغيلها فــور بدء تشغيل تلك المنشآت ".

جريمة (مخالفة) المادة (٧٠) :

عدم قيام المنشآت أو المحال المقامة علي شاطئ البحر أو القريبة منه وينتج عنها مواد ملوثة للبيئة باجراء دراسات التأثير البيئي أو عدم توفيرها لوحدات معالجة المخلفات الصادرة عنها .

العقوبة : المادة (٨٧) :

"يعاقب بغرامة لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد علي عشرين إلف جنيه كل من خالف حكم المادة (٧٠) من هذا القانون . وفي حالة العــود تكــون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٧١) :

" تحدد اللائحة التنفيذية لهذا القانون المواصفات والمعايير التي تلتزم بها المنشآت الصناعية التي يصرح لها بتصريف المــواد الملوثــة القابلــة للتحليل وذلك بعد معالجتها . وعلي الجهة الادارية المختصة المحــددة فــي اللائحة التنفيذية المذكورة إجراء تحليل دوري في معاملها لعينات المخلفات السائلة المعالجة واخطار الجهات الادارية المختصة بنتيجة التحليل . وفــي حالة المخالفة يمنح صاحب الشأن مهلة مدتها شهر واحد لمعالجة المخلفات لتصبح مطابقة للمواصفات والمعايير المحددة . فإذا لم تتم المعالجة خــلال المهلة المشار إليها أو ثبت من التحليل خلالها إن استمرار الصــرف مــن شأنه إلحاق أضرار جسيمة بالبيئة المائية ، يوقــف التصــريف بــالطريق

الاداري ويسحب الترخيص الصادر للمنشأة وذلك دون الإخـــلال بالعقوبـــات الواردة بهذا القانون ".

كما تحدد اللائحة التنفيذية المواد الملوثة غير القابلة للتحلــل والتـــي يحظر علي المنشآت الصناعية تصريفها في البيئة المائية " .

- **جريمة (مخالفة) المادة (٧١) :**

مخالفة المواصفات والمعايير التي تلتزم بها المنشآت الصناعية التـــي يصرح لها بتذويب المواد الملوثة القابلة للتحليل وذلك بعد معالجتها وتلــك المواصفات والمعايير محددة بالمادة (٥٨) والتي أوجبت بـــأن تقــوم تلــك المنشآت بتصريف تلك المواد بعد معالجتها ومطابقتها للمواصفات والمعايير المنصوص عليها في الملحق رقم (١) من اللائحة التنفيذية . وفـــي حالـــة المخالفة يمنح صاحب المنشأة مهلة لمدة شهر واحد لمعالجـــة المخلفـــات ، فإذا لم تتم المعالجة يوقف التصريف بالطريق الإدارية ويسحب الترخيص .

العقوبة : المادة (٩٠)

"يعاقب بالغرامة لا تقل عن مائة وخمسين إلف جنيه ولا تزيـــد علـــي خمسمائة إلف جنيه ، وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة " .

التغيرات المناخية و أثرها البيئي

يعتبر الاشعاع الشمسي هو المحرك الاساسي في نظام المناخ والاشعاع الشمسي يعتمد علي دوران الأرض حول محورها ودورانها حول الشمس . ولكي تحافظ الكرة الأرضية علي متوسط درجة حرارتها لا بد وأن تشع إلي الفضاء الخارجي نفس كمية الطاقة الحرارية التي تتلقاها من الشمس وهي تفعل ذلك عن طريق اصدار اشعاع موجات طويلة في المنطقة تحت الحمراء من الطيف في درجة حرارة قدرها نحو ١٩ – درجة سيلزية في حين إن المتوسط السنوي لدرجة حرارة الكرة الأرضية هو ١٥ درجة سيلزية وذلك نتيجة لوجود الغازات في الجزء الادني من الغلاف الجوي مثل الأوزون والميثان ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء . وهذه الغازات تمتص بعضا من الاشعاع الصادر عن الأرض وتعيد اشعاع بعض منها إلي الفضاء الخارجي وبعضه الاخر إلي سطح الأرض والمقدار الذي تتم اعادة اشعاعه إلي سطح الأرض يسخن هذا السطح . وهذا التسخين لسطح الأرض الناتج عن الطاقة التي يعيد الغلاف الجوي اشعاعها إلي سطح الأرض يعرف بالاحتباس الحراري .

ويمكن توقع ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بسبب زيادة الاحتباس الحراري . ولما كان نظام الكرة الأرضية معقدا جدا فإن ارتفاع درجة حرارة سطحها يعتمد علي عمليات التغذية المرتدة بين مختلف أقسام هذا النظام فعلي سبيل المثال إن أي زيادة في عدد الجسيمات الدقيقة في الجو سواء نتيجة لإحراق الوقود الاحفوري أو نتيجة لنشاط بركاني ، من شأنها إن تبرد

الغلاف الجوي لأن هذه الجسيمات تعمل علي بعثرة وامتصاص جزء من الأشعة القادمة من الشمس قبل إن تصل إلي سطح الأرض . وهكذا فان أي تغير في التوازن الإشعاعي للأرض بما في ذلك التغيير الذي تسببه الزيادة في غازات الاحتباس الحراري أو الهباء الجوي من شأنه إن يغير درجات حرارة علي الأرض مما يؤثر في أنماط الطقس والمناخ وبالتالي في إشكال الحياة وفي المنظومة البيئية والمنظومة الاجتماعية – الاقتصادية علي كوكبنا .

تأثيرات الإنسان في المناخ

لقد كانت في الماضي ترد تقلبات المناخ إلي الطبيعة بصورة اساسية وبتأثير قليل او من دون أي تأثير من الإنسان غير ان العامل البشري قد اضيف إلي المعادلة المناخية حيث أن اطلاق بعض الغازات المسببة للاحتباس الحراري في الجو ادي إلي تغير كبير في تركيزات هذه الغازات مقارنة بما كانت عليه قبل التقدم الصناعي . وعلي سبيل المثال فان تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الجو قد ازدادت نسبته حتي وصل تركيزه تقريبا الي ٣١ % فبلغ ٨٦٨ جزءا في المليون (868 ppm) ، كما ازداد تركيز غازي الميثان واحادي أكسيد النتروجين بنسبة ١٤٥ و ١٥% علي الترتيب . ان ظاهرة الاحتباس الحراري الطبيعية موجودة منذ ملايين السنين ، الاّ أن تزايد غازات الاحتباس الحراري في الجو نتيجة للأنشطة البشرية ينذر بأخطار حدوث تغير مناخي , والتغيرات التي حدثت في طرق استخدام الأرض ، واحراق الوقود الاحفوري مؤخرا ادت إلي اضافة أكثر من ١٨٠ بليون طن من ثاني أكسيد الكربون في الجو. والجدير بالذكر أن التغيرات

المناخية المتوقعة من الممكن ان تغير مناطق التبريد الجارية وتنقلها الـــي جهات اخري من الارض عن طريق تغير انماط الرياح ..

تستند التنبؤات المستقبلية للمناخ على نماذج مناخية حسابية تتضـــمن تمثيلا للغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الجليدي والســـطوح الأرضـــية ، والتأثيرات فيما بينها وهي مبنية علي القوانين الفيزيائية التي تصف حركة الغلاف الجوي والمحيطات وتتضمن تمثـــيلا للســـحب والمحيطـــات للكـــرة الأرضية كاملة .

وتتولي منظمة الارصاد الجوية العالميـــة باستمرار تقييم صلاحية هذه النماذج للتأكد من مدي قدراتنا علي التنبؤ بالتغير المناخي الذي يمكـــن ان تحدثه الأنشطة البشرية ويتم تشغيل هذه النماذج في الحاسب الآلي لتغطي فترات طويلة ممتدة في المستقبل بمعـــزل عـــن أي تغيـــر فـــي المـــؤثرات الخارجية مثل الزيادات في تركيزات غازات الاحتباس الحراري وفـــي هـــذه المرحلة يمكن مقارنة النتائـــج التي يتوصل إليها النمـــــوذج بالتســـجيلات الفعلية للمناخ الحالي . ومن ثم تشغيل هذه النماذج مع إضـــافة التغيـــرات المتوقعة إلي المؤثرات الخارجـــية وهكذا فان الفرق بين المناخين يوفر لنا تقديـــرا للتغيرات المناخية التي ستسببها هذه العوامل الخارجية .

وتؤكد التنبؤات المناخية أن متوسط درجات حـــرارة الكـــرة الأرضـــية سوف يرتفع ما بين درجة واحـــدة و ٣٥ درجة سيلزية في نهايـــة القـــرن الحادي والعشرين . كما تظهر هذه التنبؤات ان ارتفاع مستوي سطح البحر الذي سيصاحب ارتفاع درجة الحرارة المتوقعة سوف يتـــراوح بـــين ١٥ و ٩٥ سنتيمترا ، وسوف تستمر الحرارة ومستوي سطح البحر في الارتفـــاع بعد ذلك نتيجة للأنشطة البشرية المتنامية .

تشير تقديرات التغيرات المناخية إلي ان الخسائر التي سوف تنجم عن تسخين الكرة الأرضية بمقدار ٢,٥ درجة سيلزية سوف تتراوح مـا بـين واحد و١,٥% من الناتـج القومي الاجمالي سنويا في الدول المتقدمة ، وما بين ٢ و ٩% في الدول النامية .

ثقب الأوزون

تعد التركيزات العالية من غاز أول اكسيد الكلور احد الملوثـات التـي تسبب انكماش طبقة الأوزون في طبقة الاستراتوسفير .

وبقياس تركيزات غاز أول أكسيد الكلور اثناء عدة رحلات قامت بهـا مركبات الفضاء فوق مناطق خطوط العرض الوسطي من الكـرة الأرضـية اتضح إن تركيز هذا الغاز يزداد كل عام عن سابقة وذلـك نتيجـة للتقـدم الصناعي . ويري العلماء إن بقاء تركيز الغاز علي ذلك النحو دون انخفاض يمكن إن يتسبب في تآكل الأوزون في المنطقة المتأثرة بحوالي ٢% مؤديـا إلي تكوين ثقب اوزوني في المستقبل القريب يؤكد هذه الحقيقـة انخفـاض الأوزون بنسبة تتراوح ما بين ٣ إلي ٦% في المناطق الوسطي الشـمالية من الكرة الأرضية خلال العقدين الماضيين .

بالرغم من أنه لم يتأكد بشـكل قاطع علاقة نقصـان طبقـة الأوزون بغاز أول أكسيد الكلور ، إلا إن بعض النظريات تؤكد هذه العلاقـة ، ومـن تلك النظـريات إن انخفاض درجة حرارة غاز أول أكسيد الكلور في القطبين اثناء فصل الشتاء يؤدي إلي تكون سحابة ثلجية تؤدي الـي تحـول غـاز الكلور إلي غاز أول أكسيد الكلور النشط . وتمنع الرياح القطـبية البـاردة

هذه السحـــابة الثلجية من الاختلاط بالرياح الدافئة حول المناطق الوســطي وبالـــتالي تبعدها من هذه المناطــق اثناء الفترة ما بين اكتوبر إلي ديسمبر . وفي شـــهر فبراير تتحرك هذه الرياح متجهة إلي شمال الكرة الأرضـــية حاملة معها سحـــابة أول أكسيد الكلور الذي يتفاعل مع الأوزون فيقلل مـــن نسبته وبالتالي تقلص طبقة الأوزون في الغلاف الجوي .

ويتسبب الهواء البارد اثناء سيره باتجاه خط الاستواء في تجميع ذرات دقيقة من حامض الكبريتيك التي تتفاعل مع الكلور في الجو فيتحول بـــدوره إلي أول أكسيد الكلور الذي يتركز في المناطق الوسطي من الكرى الأرضية . وبما إن النشاط الصناعي الذي يتسبب في زيادة الكلور في الجو يتركز في المناطق الشمالية من الكرة الأرضية ، وبالتالي فإن تركيز أول أكسيد الكلور سيزداد في نصف الكرة الشمالي .

النظم البيئية المائية

مما لا شك فيه بأنه سوف يكـــون لارتفـــاع مســـتوي ميـــاه البحـــار والمحيطات تأثيراً اجتماعيا واقتصادياً كبيراً عندما تصبح الجزر المنبســطة والموانئ والمناطق السياحية والأراضي الساحلية مهددة كلها بأن تغمرهـــا المياه نتيجة للتغيرات المناخية المفترضة . ولقـــد اصـــبح ذلـــك واضـــحا وترجمته الكارثة البيئية التي حلت بمناطق شرق آسيا خاصة مناطق جـــزر اندونسيا والجزر التايلاندية وسريلانكا والمناطق الساحلية بالهند وغيرهـــا من مناطق شرق آسيا التي داهمتها امواج المد الســـونامية خـــلال شـــهر ديسمبر من عام ٢٠٠٤م نتيجة للارتفاع في مستوى مياه المحيط الهنـــدي

وستكون الدول الساحلـية التي تتشارك في اهوار او بحيرات ضحلة متصلة بالبحر ، كتلك الموجودة في شمال افريقيا وغربها وشرقها ، عرضـه إلـي مزيد من تآكل الشطآن واصابة الحيود البحرية المرجانية بالضرر مـع مـا يستتبع ذلك من اثار وخيمة في الصناعة السياحية ، كما ان زيادة ملوحـة المناطق الساحلية سوف تؤثر في الزراعة الساحلية وامدادات المياه ، ومع ارتفاع مستوي سطح البحر يصبح نحو مئات الملايين من البشر مهـددين بفيضـان ساحلي .وإذا ما وصل هذا الارتفاع إلي ٥٠ سنتيمـتر فان عـدد المهـددين سوف يتضاعف وتشير بعض الارصـاد العلمية الحديثة إلي ان تلوث المياه بالملح سجل علي مسافة ٨٠ كيلومترا فى اعلي مجـري نهـر زامبـيزي وعلي مسافة ١٢٠ كيلومترا في اعلي مجري نهر كامبيا خـلال فصـل الجفاف ومع ارتفـاع مستوي سطح البحر ستتأثر أنمـاط الـدورة المحيطية . وقد يطرأ تغير علي توفر الغذاء البحري وعلي بنية النظم البيئية البحرية.

ان تغير درجة حرارة المياه ونظم جريانها يمكن ان يؤثرا فـي نمـو الكائنات الحية وتكاثرها ، وبالتالي في استمرار الأنواع وتنوعها وتوزيعهـا الجغرافي وسوف تكتسب نوعية المياه اهمية اكبر إذا مـا تغيـر التـوازن المائي نتيجة لما يصب ويلقي في المياه من مخلفات صـناعية او زراعيـة اصبحت تزداد يوما بعد يوم من جراء التقدم لاصناعي والزراعي .

لقد بلغت خسائر الكوراث الطبيعية في اوربا الناتجة عن التغيرات فـي الطقس والمناخ الي أكثر من ٩٦٠ بليون دولار ، في نهاية القرن العشرين . ولقد كارثة امواج المد السونامي في منطقة شرق آسيا الـي خسـائر فـي

الارواح وصلت الي ٢٥٠٠٠٠ فرد والي خسائر اقتصادية تعــدت الثلاثـــة مليارات دولار حتي هذا الشهر (يناير ٢٠٠٥م) .

ما الذي نستطيع ان نفعله حيال التغير المناخي

ان حماية الغلاف الجوي هو مسعي واسع النطاق ومتعدد الأبعاد يشمل قطاعات مختلفة من الأنشطة الاقتصادية وعليه فإن الاحتياجات المســتقبلية من الطاقة والطعام والمياه لابد وان تتم من دون ان يؤثر ذلك في المنـــاخ ، وهذا يعني ان علي البشرية ان تتبنى استراتيجيات مـــن شـــأنها ان تلبـــي الاحتياجات الحالية والمستقبلية من الطاقة والطعام دون ان يتسبب ذلك فـــي زيادة مستمرة في غازات الاحتبـــاس الحـــراري فـــي لجـــو ومثـــل هـــذه الاستراتيجيـــات يمكن ان تشتمل على ما يلي :

١ – نشر السلوكيات الاجتماعية والاقتصادية التي تحافظ علي البيئـــة وتنفيذ الاتفاقيات الدولية التي تهدف إلي التقليـــل مـــن الانبعـــاث الغـــازي للمحافظة علي التوازن في الغلاف الغازي مثل بروتوكول كيوتو الملحـــق ، واتفاقية الامم المتحدة حول التنوع الاحيائي واتفاقية الأمم المتحدة الخاصـــة بمحاربة التصحر والاتفاقيات الخاصة بحماية طبقة الأوزون .

٢ – اعتماد استراتيجيات فعالة وصديقة للبيئة في عمليـــات التطـــوير الاقتصادي ، بما في ذلك زيادة الاعتماد علي المصادر النظيفـــة والمتجـــددة لتوليد الطاقة مثل الرياح والأشعة الشمسية والطاقة المائية التي قد تقلل من انبعاث غازات الاحتباس الحراري .

٣ – استخدام استراتيجيات من شأنها تلبية احتياجات العالم من الطعام والتقليل من تلويث مصادر المياه العذبة بفعل الأنشطة الزراعية .

٤ - والحفاظ علي الغابات باعتبارها مخلصا حيويا لغاز ثاني أكسيد الكربون . خاصة مع ازدياد عدد السكان وتنامي الحاجة الي الأراضي الصالحة للزراعة لانتاج الطعام والكساء .

٥ - نشر الوعي والفهم لدي الشعوب للأخطار المحتملة للتغير المناخي والي ضرورة اتخاذ الإجراءات الكفيلة بالتصدي لهذه الأخطار .

٦ - مراقبة كل التغيرات التي تطرأ علي الأرض والتي تؤدي الي التغيرات المناخية من خلال شبكة معلومات شاملة .

التصحر

التصحر هو "تقصان أو هدم وتخريب الأرض المستغلة مما يؤدي بها الي حالات شبيهة بالصحراء . ولقد أصبحت ظاهرة التصحر من الخطورة بمكان مما دعى الهيئات المختصة إلى الشروع في تخطيط وتنفيذ مشاريع للتعرف على مشاكل التصحر وإيجاد الحلول لمكافحتها حسب نمط استخدام الأرض .

ولقد عرف التصحر كظاهرة بيئية في سبعينات القرن العشرين بعد ما ظهرت أثاره علي الانسان وجميع الكائنات الحية . ومنذ ذك الحين وضعت الهيئات المعنية خطط وبرامج لمكافحة ظاهرة التصحر .

حجم مشكلة التصحر

لقد وجد ان ظاهرة التصحر تؤثر علـى ٨٠% من مراعـى العالم الطبيعية في الأراضى القاحلة ، وعلى ٦٠% من أراضى الزراعة البعلية

بالإضافة إلى ٣٠% من الأراضى المروية. ولقد تعرضت بعض المناطق للتصحر حيث فقدت أكثر من ٢٥% من إنتاجيتها وتحتاج إلى إستصلاح هائل (شكل ١) كما أن هناك اراضي مهددة بالتصحر من دراء النشاطات البشرية غير المرشدة.



شكل (1)
زحف الرمال إلى التربة الزراعية يؤدى إلى زيادة ظاهرة التصحر

وتعتبر المنطقة العربية من اكثر البلاد التي تعرضت للتصحر ، اذ أن ٨٥% من مساحة البلاد العربية تقريبا الواقعة في آسيا قد تضررت من التصحر اضافة الي بعض البلدان العربية في الشمال الأفريقي .

الصحارى وأنماطها في العالم

تصل مساحة الصحاري في العالم الي حوالي ٥٠ مليون كم٢ أي ثلث مساحة الكرة الأرضي تقريبا وتقسم الي :

١ - صحارى شبه مدارية .

٢ - صحاري شاطئية باردة

٣ - صحاري ظهور الجبال

٤ - صحاري داخلية (داخل القارات)

وتعتبر معظم أراضى الوطن العربى ضمن نطاق الأراضى الجافة وشبه الجافة ، مما يجعلها عرضه لعمليات التصحر .

مظاهر التصحر

وللتصحر اوجه عديدة ومن ابرز مظاهر التصحر ما يلي :

١ - زحف الرمال علي هيئة كثبان رملية بأشكالها المختلفة أو على شكل حصائر رملية.

٢ - وقلة الغطاء النباتى وتدهور المراعي .

٣ - رى الأراضى بكميات زائدة من الماء فتصبح غير صالحة لنمو النباتات الوسطية أو الجفافية الري بالغمر الزائد مما يؤدي الي تمليح الاراضي.

٤ - تعرية تربة المحاصيل الزراعية من جراء السيول التي تؤدي الي تجريف التربة .

٥ - إزالة الغطاء النباتى بالاحتطاب الإحتطاب والوقود وصناعة الأثاث الخشبى.

٦ - استنزاف المخزون المائي الجوفي او السطحي من جراء الاستهلاك غير المرشد في الري .

ويتضح بذلك ان التصحر ينجم عن التغير في العناصر البيئية خاصة العوامل المناخية اضافة الي العامل البشري الذي يلعب دورا كبيرا في زيادة التصحر من جراء الأنشطة البشرية .

تدهور الغطاء النباتى

يتعرض الغطاء النباتى في الكرة الأرضية للتدهور الذى يعمل علي التقليل من المساحة الخضراء وذلك بالقضاء على الغابات والمراعى حيث

ن الأشجار والغابات التي تغطي الأرضي اخذت في التلاشي خاصة فى العالم لثالث، وذلك نتيجة الإحتطاب والصناعات الخشبية اضافة لتلــوث الهــواء والأنشطة الصناعية التي ادت الي تكوين الامطار الحامضية التي اثرت علي الغابات في اوربا حيث بلغت المساحات المتضررة عشر مليون هكتار تقريبا في اوربا . وذلك كله ناتج عن سوء إستخدام الإنسان للمصادر والثــروات البيئية،وكذلك نتيجة للنشاط الصناعى وما ينتج عنــه مــن تلــوث هــوائى أوكيميائى أوإشعاعى، وأيضا فإن الحرائق تلعب دورا كبيرا في القضاء علي الغابات .

مكافحة التصحر :

ان وسائل مكافحة التصحر متعدد منها :

١ – التوعية البيئية بشتى الوسائل لتوضيح اهمية المحافظة علي البيئة .

٢ – تنظيم عمليات الرعى للحد من عمليات الرعي الجائر الذى يسهم فــى القضاء على الغطاء النباتى.

٣ – إيقاف زحف الرمال بتثبيتها بالطرق المختلفة كزراعتها او رشــها او وضع مصدات للرياح التي تعمل على إعاقة حركة الرمال.

٤ – ترشيد استهلاك المياه الجوفية فى الزراعية

٥ – ترشيد عملية الإحتطاب في الغابات ووضع طرق للوقاية من حرائــق الغابات .

٦ – سن وتطبيق القوانين الرادعة لتحد من تصرفات البشر غير المرشــدة مع مكونات البيئة .

دور التشجير في مكافحة التصحر

لقد اصبح الزحف الصحراوى يهدد خمس المساحات فى الكرة الأرضية، ويخشى علماء البيئة من تحول جزء كبير من الأراضى الزراعية والتى لا تزيد عن ١٥% من مساحة الكرة الأرضية إلى صحراء نتيجة للتدهور البيئي وإستمرار الكوارث الطبيعية كإستمرار سنوات الجفاف المتلاحقة التى أثرت فى العديد من بقاع العالم وكذلك الاستخدام البشري الخاطئ لقواعد ونظم البيئة والإخلال بالتوازن البيئى عن طريق الزراعة فى المناطق الجديدة والرعى الجائر بتحمل وحدة المساحة الرعوية أكثر من طاقتها الرعوية، والتوسع العمرانى والإعتداء على أراضى الغابات وذلك بقطع الأشجار والشجيرات وشق الطرق داخل الغابات، وبالرغم من أن الجفاف عامل أساسى من عوامل التصحر بإعتباره حالة مناخية فوق طاقة البشر إلا أن الإنسان كمستغل للموارد الطبيعية يعد فى أغلب الأحيان هو المسبب الرئيسى لحالات التصحر.

لقد وهب الله سبحانه وتعالى بعض النباتات خصائص تمكنها من مقاومة الجفاف ومن هذه الخصائص ما يلي :

١ – كبر مجموعها الجذرى حيث يشغل مساحة كبيرة من التربة .

٢ – تغلغل الجذر داخل التربة للوصول إلى مستوى الماء الأرضى .

٣ – صغر حجم اوراق بعض النباتات الصحراوية لتقليل النتح .

٤ – تساقط اوراق بعض النباتات الصحراوية في مواسم الجفاف .

٥ – تميز اوراق بعض النباتات الصحراوية بسمك ادمتها نتيجة لترسيب المواد الدهنية والشمعية عليها لمساعدتها في عكس أشعة الشمس مما يساعد على عدم رفع درجة حرارة النبات، وبالتالى لا يفقد كمية كبيرة من المياه.

٦ – فى بعض نباتات الصحراء يلاحظ أن ترتيب الأوراق على الساق يكون بشكل تبادلى مما يساعد على تضليل الاوراق لبعضها وبالتالي حمايتها من اشعة الشمس.

٧ – تميز بعض النباتات الصحراوية بقلة عدد الثغور التى يتم عن طريقها نتح الماء، وبعض النباتات توجد ثغورها فى تجاويف محمية بالأوبار.

الأخطار التى تواجه نباتات الصحراء ؟

ونظرا للاستخدامات المتعددة للنباتات الصحراوية في الاغراض الدوائية كوقود ، وفي صناعة الاثاث وايضا كعلف للماشية فانه يتضح الدور الخطير الذى يقوم به الإنسان بصورة مباشرة أو غير مباشرة فى التأثير على نباتات الصحراء، ومن أبرز الظواهر السيئة لأنشطة الإنسان التى يمارسها دون أي اعتبار للضوابط البيئية والحيوية ما يلي :

أ – الرعى الجائر : إذ أن الرعى الجائر عامل مهم فى إزالة الغطاء النباتى وإنهاك التربة

ب– الإحتطاب : وعلى الرغم من التقدم العلمى وإستخدام الإنسان للأجهزة الكهربائية والبترولية فى الوقود والتدفئة إلا أنه لازال يستعمل الحطب والفحم في التدفئة كما تقطع الأشجار للإستفادة من جذوعها وسيقانها فى الاثاث المنزلي بصورة تهدد النباتات الصحراوية بالفناء .

أهمية المحافظة على نباتات الصحراء :

من الصعوبة أن يستعاض عن هذه النباتات الصحراوية ذات المقدرة التحملية للإجهادات البيئية بنباتات مزروعة تتطلب رعايتها الكثير من

التكلفة. والنباتات بشكل عام من أهم الثروات البيئية الطبيعية والتى تلعب دوراً بارزاً ومهماً فى التوازن البيئى، ولذا قام علماء البيئة بالمناداة بالمحافظة على النباتات الطبيعية والإهتمام بها وأنشئت الهيئات المتخصصة التى تبين خطورة العمل على إنقراض النباتات ومن بينها نباتات الصحراء، ولقد أسست الجمعيات العلمية المعنية بالبيئة واصبح لها دور كبيرا في التوعية البيئية ومنها الدور المتنامي في المناداة وسن القوانين للمحافظة علي النباتات الصحراوية للمحافظة علي التوازن البيئي .

زحف الرمال

تمثل الأراضى الصحراوية بيئة خاصة، ولونا فريدا ، يبدو قاسياً ولكنه فى الحقيقة نظام فريد من الأنظمة البيئية المختلفة التى أوجدها الله فى هذا الكون. يتميز بمشكلاته التى تنشأ عن الجفاف وشدة الحرارة، وهى عوامل تؤثر فى مكونات القشرة الأرضية فتفتتها إلى حبيبات صغيرة من الرمال والحصى مختلفة الأحجام تكون فى مجموعها مسطحات رملية تختلف طبقاً لمكوناتها. وهذه الرمال الصحراوية تحملها الرياح الي مسافات بعيدة فوق سطح الأرض، فالحبيبات الناعمة تعلوم مع الهواء أثناء العواصف الترابية وقد تصل إلى إرتفاع كيل واحد (كيلومتر) أو أكثر، وتكون سحابة ترابية، أما حبيبات الرمل الأثقل فالرياح يمكن أن ترفعها عن سطح الأرض إلى حوالى متر أو أكثر قليلاً، وينتج عن ذلك السحب الرملية الكثيفة القريبة من سطح الأرض التى نلاحظها أثناء العواصف.

وتعد الآثار الضارة الناتجة عن إنتقال الرمال والتراب بواسطة الرياح والمشكلات المصاحبة أموراً فى غاية الأهمية يجب أخذها فى الإعتبار أثناء

مراحل تخطيط وتصميم مشروعات التنمية وصيانتها فى المناطق الصحراوية، ويؤدى عدم العناية بدراسة هذه التأثيرات إلى معاناة هذه المشروعات من التكلفة الباهظة والقصور فى أدائها ، ومن الاثار الواضحة للعواصف الرملية ما يلي :

١ – تعرية التربة.

٢ – تذرية الرواسب السطحية الحديثة،نحت الأسطح المعرضة لها .

٣ – نقل الرواسب التى تفتت إلى مسافة بعيدة حيث تترسب ثانية علي هيئة أكوام كبيرة حول المبانى والطرق والمزارع والمنشآت الأخرى .

ولمعالجة مشكلات زحف الرمال يهمنا فى المقام الأول أن نحسب كميات الرمل التى تنتقل سنوياً تحت تأثير الرياح السائدة فى المنطقة، وكذلك طبيعة تجمعات الكثبان الرملية .

تثبيت الكثبان الرملية

هناك طرق مختلفة لتثبيت الكثبان الرملية وهي

أولاً – الطرق الميكانيكية :

١ – نقل الرمل بواسطة السيارات والآليات، إلا أن هذه الطريقة لم تستخدم إلا عند الضرورة القصوى كحماية مرفق هام.

٢ – حفر الخنادق بأعماق مختلفة لكسر حدة تدفق الرمال والحفر يكون علي مسافات متقاربة .

٣ – إنشاء حواجز (كاسرات رياح) بعيداً عن المناطق المراد حمايتها، لكسر التموجات الريحية .

ثانياً – طرق التغطية :

١ - التغطية بخام زيوت البترول.

٢ - تغطية الكثبان بخليط الأسمنت والرمل بنسب معينة

٣ - رش الكثبان بمواد كيماوية مثبتة منها أكاسيد الحديد

ثالثاً – الطرق الزراعية :

١ – زراعة الاشجار كمصدات للرياح .

٢ – زراعة الكثبان الرملية بالنباتات التي تعمل علي تثبيتها .

المحافظة على التربة

ان العامل الرئيسي المسبب للتصحر هو النشــاط البشــري المحمـــوم والمتمثل في سوء إستغلال الأراضى وإدارتها، وفى المغالاة في الإســتفادة من الغطاء النباتى، كما ان الجفاف يعجل بحدوث ظاهرة التصـــحر .وتقــدر مساحة الأراضى الزراعية التى يفقدها العالم نتيجة للتصحر لتحويلها إلــى أغراض غير زراعية بسبب التوسع العمرانى والصــناعى مــا يعــادل ١١ مليون هكتار سنوياً اضافة الي حوالى ٧ مليون هكتار من المراعــى تفقــد سنوياً نتيجة للرعى الجائر.

تدهور التربة

ان تدهور التربة يؤدي الي إنخفاض إنتاجها النباتى وهنــاك عوامــل تؤدي الي تدهور التربة منها :

١ – التشبع المائي :

ويقصد بالتشبع المائي تشبع التربة بالرطوبة عند إرتفاع منسوب سطح الماء إلى منطقة المجموع الجذرى مما يؤدى إلى إنخفاض إنتاج معظم المحاصيل الزراعية لعدم قدرتها على العيش في التربة دون وجود كمية كافية من الهواء . ويأتي ذلك من تخلل مياه الرى للتربة وتجمعها مع مرور الوقت فوق التربة قليلة النفاذية. وقد يحدث نتيجة لتسرب المياه أفقياً من الأراضى المرتفعة إلى الأراضى المنخفضة المجاورة ويمكن التحكم في هذه العملية بتحسين اساليب الري وعمل قنوات صرف لمياه الري الزائدة .

٢ – التملح والتغدق :

التملح هو زيادة تركيز الأملاح في منطقة الجذور في مناطق الزراعة نتيجة لتراكم الأملاح في التربة السطحية، حيث يؤدى ذلك لاعاقة نمو النباتات نتيجة لصعوبة إمتصاص جذورها للرطوبة ولتضرر أنسجة أوراقها الخضراء.

ويحدث نتيجة التملح استخدام مياه مرتفعة الملوحة في تربة قليلة النفاذ أو عندما تكون كمية مياه الرى غير كافية لغسل التربة من الأملاح. وتختلف النباتات في درجة تحملها للملوحة، ومن هنا تأتى أهمية إختيار أنواع النباتات التى يمكنها التكيف مع درجة ملوحة التربة.

٣ – الإنضغاط

تظهر مشكلة الانضغاط في المناطق الزراعية التى تعتمد على إستعمال التقنيات الزراعية حيث ويؤدى الإنضغاط إلى الحد من تخلل الماء والجذور في أعماق التربة. ويمكن التحكم في إنضغاط التربة بتغيير نمط استخدام الآلات الزراعية وتقليب الأرض. وقد ينتج الإنضغاط من جراء سقوط

الامطار علي التربة العارية مما يؤدي إلى تفكـك مكوناتهـا وحملهـا ثـم ترسيبها فتتكون في التربة قشرة سطحية تؤدي إلى إعاقة ظهور النباتـات وإلى زيادة سرعة جريان الماء فوقها وبالتالى إنجراف التربة مـع جريـان الماء عليها .

٤- التلوث :

يؤدى تلوث التربة بالمخلفات الصناعية والبلدية والنفايات الإشـعاعية والمبيدات والأسمدة الكيميائية إلى زيادة تركيز المواد والعناصـر الضـارة بالإنسان في المنتجات الزراعية والحيوانات التى تعتمد في غذائها على تلك المنتجات مما يؤدى إلى إنخفاض إنتاج الأراضى أو خرابها.

يؤدي تلوث التربة بالمخلفات البلدية اوالصـناعية اوالاشـعاعية أو بالاسمدة الكيميائية والمبيدات الي تركيز المـواد الضـارة بالانسـان فـي المنتجات الزراعية وكذلك يؤذى الحيوانات التي تعتمد في غذائها علي العلفة الخضراء. وكل ذلك يؤدي بدوره الي انخفاض انتاجيتها وتدهورها .

الباب الرابع

ملوثـــات البيئـــة .. وأنواعها

مفهوم التلوث

إن التقدم الإقتصادى والصناعى والتقنى الذى يعيشه العـالم اليـوم يعتبر نتيجة مباشرة لبراعة العلماء فى تسـخير أنـواع الطاقـة المتاحـة وإستبدال القوة العضلية بالقوة الميكانيكية (قوة الآلة). إن إستعمال الإنسان لمصادر الطاقة له عواقب بيئية مهمة تؤثر فى الحياة العامة والخاصة لكـل منا، وهذه العواقب لا يمكن إحتواؤها الآن فى داخل الحدود الدولية، وعليه فإن التلوث الصادر فى مكان ما من عالمنا الصغير قد تجنى عواقبـه فـى مكان آخر يبعد آلاف الأميال عنه. لقد أصبح التلوث البيئى ظاهرة عالميـة واكبت التقدم العلمى حتى أنها شملت الدول النامية المتقدمة أيضاً ولكن مع إختلاف نوعية التلوث. فبالنسبة للدول المتقدمة فإنها تعانى من تلوث وصل إلى التلوث الذرى، أما بالنسبة لمناطق دول العالم النامى والتى دخلت مجال التصنيع فى الخمسينات والستينات فإن التلوث بالنسبة لها يرجع أساساً إلى سببين رئيسيين ، وهما :

١- سوء إدارة الأنظمة البيئية .

٢- إغفال عنصر البيئة عند وضع خطط التنمية.

وتعتبر مشكلة التلوث البيئى لهذه الدول ذات بعدين رئيسين ، وهما:

١- تلوث ناجم عن النشاط الصناعى.

٢- تلوث نتيجة للتدهور الناجم من العوامل الإقتصادية والإجتماعية. وهذا النوع من التلوث له أسباب عديدة لعل من أهمها شيوع حالة الفقر وعدم كفاية الهياكل الأساسية، وكذلك تفشى الجهل والمرض وعدم توافر التوعية المناسبة وعلى وجه الخصوص فى مجالات الصحة والأمن الغذائى. وتعتبر مشكلة التلوث البيئى من أهم مشاكل الإنسان مع البيئة فى نشاطه المستمر للإستثمار والإنتاج، وتنعكس مشكلة التلوث البيئى بشكل حاد على حركة الإستثمارات والتنمية سواء فى الدول النامية أو المتقدمة على السواء.

ويعرف البنك الدولى التلوث بأنه " كل ما يؤدى نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضى فى شكل كمى تؤدى إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملائمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على إستقرار إستخدام تلك الموارد ".

ويعرف العالم البيئى أوديم **"Odum"** التلوث البيئى بأنه : "أى تغير فيزيائى أو كيميائى أو بيولوجى مميز، ويؤدى إلى تأثير ضار على الهواء، أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدى إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة".

ويعرف بعض العلماء تلوث الهواء بأنه وجود شوائب غازية أو صلبة أو سائلة فى الهواء، ويعتبر الهواء ملوثاً عندما توجد تلك الشوائب بتركيزات تبقى به لفترات زمنية كافية لإحداث ضرر بصحة الإنسان أو ممتلكاته أو بالحيوان أو النبات أو تتداخل فى ممارسة الإنسان لحياته العادية. كما يرى البعض أنه يمكن تعريف التلوث بأنه : " كل ما

يؤدى بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى التأثير سلبياً على سلامة الوظائف المختلفة لكل الأنواع أو الكائنات الحية على الأرض (إنسان، حيوان، نبات)، وكذلك كل ما يؤدى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية نتيجة للإقلال من كمية أو نوعية الموارد المتجددة المتاحة لهذه العملية" .

وتعرف الدكتورة منى قاسم: التلوث بأنه : " كل ما يؤدى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بكفاءة العملية الإنتاجية للتأثير السلبى والضار على سلامة الوظائف المختلفة لكل الكائنات الحية على الأرض سواء النبات أم الحيوان ، وبالتالى يؤدى إلى ضعف كفاءة الموارد وزيادة تكاليف العناية بها وحمايتها من أضرار التلوث البيئى" ، إذ أن التلوث البيئى يؤثر على العملية التبادلية للمواد بشكلها الجماعى للإنتاج فى إتجاهين، الإتجاه الأول : أنه يهدد البيئة الطبيعية بالتدهور ، والإتجاه الثانى : إنعكاس تدهور الموارد الطبيعية على البيئة التكنولوجية التى يستخدمها الإنسان فى التعامل مع البيئة الطبيعية لإنتاج سلع وخدمات تشبع حاجاته ورغباته.

ومن وجهة نظرى الخاصة يمكن تعريف التلوث بأنه : " الفساد الذى يصيب كافة مكونات البيئة فيؤثر فيها ويغير من صفاتها وخواصها بما قد يؤدى إلى إتلافها أو هلاكها". وهذا ما أشار إليه القرآن الكريم فى قوله تعالى :" ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون" سورة الروم : الآية ٤١ .

أنواع الملوثـــات

يعتبر التلوث من أهم الظواهر البيئية المميزة للعصر الحديث. وفـــى الحقيقة فإن التلوث – بآثاره المختلفة – يجب أن يتسع مفهومـــه ليشـــمل تلوث المياه والهواء والتربة، وكـــذلك التلـــوث النـــاجم عـــن الضوضـــاء والإشعاع.

ويمكن تقسيم الملوثات إلى عدة أنواع طبقاً لنشأتها، طبيعة تأثيرها، قابليتها للتحلل ومن حيث كيفية تأثيرها.

أولاً – تقسيم الملوثات طبقاً لنشأتها

تنقسم الملوثات حسب طريقة تكوينها إلى قسمين :

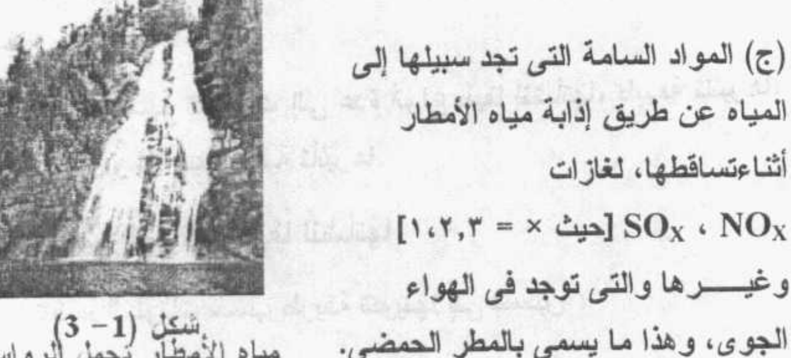
١- *الملوثات الطبيعية :*

وهى الملوثات ذات المصدر الطبيعى والتى تنتج من مكونات البيئـــة ذاتها دون تدخل الإنسان، أى أن الإنسان وحضارته ليس لهما أى دور فـــى إنتاج تلك الملوثات وبثها إلى البيئة ، مثل : الغازات والأتربة التى تقـــذفها البراكين، وأكاسيد النيتروجين التى تتكون فى الهـــواء نتيجـــة للتفريـــغ الكهربائى، وحبوب اللقاح التى تنتقل وتنتشر من النباتات الزهرية وتسبب بعض أمراض الحساسية. وفى الحقيقة فإن تأثير هذه الملوثات الطبيعية على البيئة ضئيل جداً، بل يصل إلى الدرجة التى يمكن القول بـــأن هـــذه الملوثات تصبح ذات تأثير غير ملوث أو ضار بالإنســـان أو النبـــات أو الحيوان إذا ما قورنت بما يسببه الإنسان ذاته وحضارته الحديثـــة مـــن تلوث للبيئة ولجميع الكائنات الحية من حوله.

ومن أمثلة هذه الملوثات الطبيعية :

(أ) مخلفات أجسام الكائنات الميتة والتى تجد طريقها إلى المياه فتلوثها.

(ب) الرواسب والمواد الذائبة التى تحملها مياه الأمطار أثناء مرورها فوق التربة والصخور، [شكل ١] وهذه الرواسب تحوى الرواسب المعدنية والفضلات العضوية الناتجة من تعفن النباتات الميتة.



شكل (1 - 3)
مياه الأمطار تحمل الرواسب والمواد الذائبة أثناء مرورها فوق التربة والصخور إلى المياه السطحية

(ج) المواد السامة التى تجد سبيلها إلى المياه عن طريق إذابة مياه الأمطار أثناءتساقطها، لغازات NO_X ، SO_X [حيث × = ١،٢،٣] وغيرها والتى توجد فى الهواء الجوى، وهذا ما يسمى بالمطر الحمضى.

(د) الحرائق : وخاصة حرائق الغابات التى تلوث الجو بنواتج إحتراق الأشجار.

(هـ) الأملاح الذائبة والتى توجد فى مياه البحار بنسب عالية جداً، مما يتسبب عنه تسمم مياه تلك البحار بحيث تصبح غير صالحة للحياة، فتندثر منها الأحياء المائية بجميع أنواعها ، مثل : مياه البحر الميت. كما أن هذه الأملاح قد تصل إلى التربة الزراعية بنسب عالية فتفسدها وتجعلها مالحة جداً وغير صالحة للزراعة.

(و) البراكين : تقذف البراكين فى الجو كميات كبيرة من الغازات والملوثات الأخرى [شكل ٢].

٢- *الملوثات غير الطبيعية*

وهى تلك الملوثات الناتجة من فعل الإنسان وإستخدامه للأجهزة والتقنيات الحديثة ، كتلك الناتجة عن شتى التفجيرات النووية ووسائل النقل والمواصلات وكذلك النفايات الصناعية.



شكل (2)
كميات كبيرة من الغازات والملوثات تقذف من البراكين فى الجو

وتعتبر هذه الملوثات هى الضريبة التى فرضتها الحضارة الحديثة والتقنيات المتقدمة على بنى البشر ومجتمعاتهم التى يعيشون فيها. ويدخل ضمن قائمة الملوثات غير الطبيعية.

(أ) المخلفات الصناعية وهى المواد الكيميائية الناتجة عن الصناعات المختلفة.

(ب) المخلفات الناتجة عن إحتراق الوقود وخاصة وقود السيارات والناقلات .

(ج) الإشعاعات الناتجة عن التفجيرات النووية . مثال ذلك : الإشعاعات التى نتجت عن إلقاء قنبلتى هيروشيما ونجازاكى عام ١٩٤٥م. [شكل ٣] والإشعاعات المتسربة أيضاً من بعض المفاعلات النووية أو التى تصاحب إنفجار هذه المفاعلات كما حدث فى مفاعل تشرنوبيل بالإتحاد السوفيتى السابق، حيث غطت آثار الإشعاعات النووية مساحات كبيرة من دول العالم، وأثرت هذه الإشعاعات على مصادر الغذاء النباتية والحيوانية.

(د) المبيدات الحشرية المستخدمة للقضاء علـــى الآفــــات والحشرات الضارة بالتربـــــــــــة والمزروعـــات أو بالإنســـان. حيــث تتراكم المبيدات فى التربة وتغير مـــن خواصها وتغير ما يزرع فيهـــا مـــن محاصيل، كما أنها قـــد تصـــل إلـــى



شكل (3)
كميات كبيرة من الغازات والملوثات قذفت من القنبلة التي سقطت على مدينتي ناجازاكي وهيروشيما فى اليابان عام 1945

الإنسان من خلال غذائه وشرابه أو الهواء الذى يتنفسه، فتســـبب لـــه المتاعب والأمراض أو قد تفتك به وتؤدى إلى هلاكه.

ثانياً – تقسيم الملوثات حسب طبيعة تأثيرها :

١ – *ملوثات إحيائية (بيولوجية)*

وهى الملوثات الناتجة عن الأحياء التى إذا وجدت فى مكان أو زمان بكم غير مناسب تســبب أضـــراراً للإنســـان والنبـــات والحيـــوان، مثـــل : الفيروسات والبكتيريا التى تنتشر أنواعها فى الهواء والماء وتسبب أمراضاً للكائنات الحية. ومثال ذلك أيضاً حبوب لقاح بعض النباتات الزهرية والتـــى

تنتشر فى مواسم معينة مسببة أمراض الحساسية فى الجهاز التنفسى للإنسان.

٢- *ملوثات كيميائية*

وتشمل الغازات المتصاعدة من المصانع والسيارات، والمبيدات بأنواعها، وكذلك الجسيمات الدقيقة التى تنتج من مصانع الأسمنت، والأسبستوس، والكيمياويات السائلة التى تلقى فى التربة أو الماء مما يسبب أضراراً بالكائنات الحية جميعها. فمصانع الورق والحديد والصلب والأسمنت والأسمدة والألومنيوم وغيرها تسهم فى إرتفاع نسبة الأتربة الناتجة من دخان تلك المصانع ومخلفاتها. ومن الأخطار التى تهدد سكان بعض المناطق إنتشار نسبة السليكا الحرة وثانى أكسيد السيليكون، حيث تنعكس آثارها على الرئتين وتصابان بما هو معروف بمرض السلكين. كما أن إنتشار غبار الأسبستوس (Asbestos dust) يسبب مرض الأسبستية (Asbestic disease).

٣- *ملوثات فيزيائية*

مثل الضوضاء والتلوث الحرارى والإشعاعات بأنواعها وخاصة الإشعاعات الصادرة عن المفاعلات النووية. وتشكل المواد المشعة خطراً كبيراً على الإنسان كماً ونوعاً، فالأشعة تحطم الخلايا الحية بجسم الإنسان وتتلفها وتسبب مرض سرطان الدم أو سرطان الجلد أو سرطان العظام، كما أنها تؤثر على الصفات الوراثية.

ثالثاً – تقسيم الملوثات من حيث قابليتها للتحلل

١- *ملوثات قابلة للتحلل العضوى:*

وهى تلك الملوثات التى يمكن للعوامل الطبيعية والمناخية والبيئية تفكيكها وإمتصاصها ويندرج تحتها غاز ثانى أكسيد الكربون ومركبات النترات.

٢- *ملوثات غير قابلة للتحلل العضوى:*

وهى تلك الملوثات التى لا يمكن تفتيتها عضوياً أو أن عملية تفتيتها تستغرق زمناً طويلاً. ومثل تلك الملوثات تظل عالقة فى الأنظمة الطبيعية وتؤدى إلى تلويثها مما يمنع أو يحد من إستخدامها بواسطة الإنسان ، ومنها المخلفات المعدنية ، مثل : المطاط والزجاج، وكذلك المخلفات الصناعية ، مثل : منتجات البلاستيك، مساحيق ومواد النظافة المنزلية والكيماويات المختلفة. وتعتبر الصناعات وخاصة التحويلية منها هى المصدر الأساسى للملوثات الغير قابلة للتحلل العضوى بفعل الأنظمة البيئية. كذلك فإن الصناعات التحويلية من المصادر الهامة للملوثات السامة ، مثل : مركبات المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والكادميوم وغيرها.

ومن المعروف أن الصناعات التحويلية لا تبعث بمخلفات قابلة للتحلل العضوى إلا أن هناك بعض الصناعات الغذائية تنتج ملوثات قابلة للتحلل العضوى، ولكن الجزء الأكبر من ملوثات الصناعات التحويلية هى ملوثات غير قابلة للتحلل مما يؤدى إلى تزايد مشاكل التلوث البيئى.

رابعا – تقسيم الملوثات حسب تأثيرها

١- *تلوث مباشر*

مما لا شك فيه أن مصادر التلوث وأنواعه عديدة وآثاره وخيمة، ومما يؤدى إلى تضخم المشكلة وتفاقمها هو أن الكمية اللازمة لإحداث

التلوث ضئيلة جداً، خاصة عند تعرض الإنسان بطريقة مباشـرة لمصـادر التلوث دون وسيط يخفف من درجة التلوث وحدته.

ومن أمثلة التلوث المباشر :

(أ) تعرض الإنسان للإشعاعات الصادرة من جسم مشـع أو أى مصـدر للإشعاع كالكوارث النووية التى زادت حدتها فـى الأعـوام الماضـية ومنها حادث الإنفجار فى مفاعل تشرنوبيل بولاية الأوكـران بالإتحـاد السوفيتى السابق وما تبع ذلك من تسرب للإشعاعات النوويـة التـى أثرت بطريقة مباشرة على أولئك الناس الذين يعملون فى تلك المحطة النووية وعلى آخرين مما يسكنون أو يعملـون بـالقرب مـن هـذه المنطقة.

(ب) إستنشاق هواء ملوث بغازات أو أبخرة سامة من تلك التى تبثها فى كل لحظة المصانع والمحاجر وعوادم السيارات وغيرها.

(ج) تعرض الإنسان لرذاذ متطاير من أنف أو فم مـريض مصـاب بأحـد الأمراض الفيروسية المعدية.

٢- *تلوث غير مباشر*

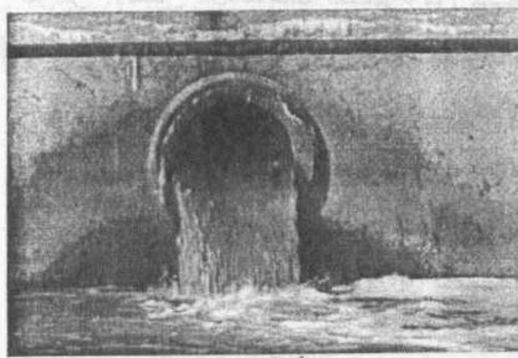
قد يتعرض الإنسان لمصادر التلوث بطريقة غير مباشرة من خـلال غذائه أو شرابه أو ممارسته لحياته اليومية ، ومن أمثلة ذلك :

(أ) تلوث مياه الشرب :

حيث يعتبر الثلج المحضر من مصـادر ملوثـه أو غيـر مأمونـة والمستخدم فى تبريد مياه الشرب أحد أسباب تلويث المياه. ومن أهم مصادر

تلوث مياه الشرب المستحضرات الكيميائية المستعملة فى معالجة التربة والنباتات، كمبيدات الحشرات والأسمدة الكيميائية التى قد يتسرب جزء منها إلى مياه الشرب، أو قد تنتقل سمومها إلى الإنسان عن طريق منتجات الحيوانات التى تشرب ماءً ملوثاً كالأبقار والدواجن.

ومن المصادر الخطيرة لتلوث مياه الشرب شبكات المجارى، إذ قد تتسرب بعض محتويات شبكات المجارى، إن لم تكن معزولة بإحكام، إلى مياه الشرب فتلوثها [شكل ٤].



(شكل 4)
تلوث مياه الشرب بتسرب محتويات شبكات المجارى إليها

ومن الأمراض الشائعة التى يعتبر الماء وسيطاً ممتازاً لنقلها أمراض الكوليرا والجدرى والتيفوئيد . وتعزى ٤١,٥% من وفيات الأطفال دون سن السادسة إلى أمراض تنقل عن طريق ماء الشرب الملوث.

(ب) حمامات السباحة :

تعتبر حمامات السباحة مرتعاً خصباً لجراثيم الأمراض الجلدية وغيرها من الجراثيم والفيروسات التى تصيب الأنف والفم والحلق والأذن والعين، والتى تنتقل من خلال شخص مصاب يستخدم مياه حمام السباحة أو

أى مصدر آخر يؤدى إلى تلوث المياه نتيجة عدم العناية بحمـــام الســباحة وتعقيمه بطريقة دورية سليمة.

(ج) الأغذية الملوثة :

قد يتلوث الغذاء بعناصر كيميائية ضارة وجدت طريقها إلى الغـذاء بسبب الإضافة المتعمدة أو بسبب معالجة الحيوانـات بالأدويـة أو بسـبب تعرضها للمواد الكيميائية التى تلوث المراعى، كما تختلط العناصر الكيميائية بالغذاء بسبب الإهمال خلال مراحل الإنتاج الغذائى. ويعتبر تلـوث التربـة ومياه الرى والمحاصيل الزراعية من أهم أسباب التلوث الغذائى.

خامساً – تقسيم الملوثات حسب حالتها

تقسم الملوثات والمواد الملوثة حسب حالتها الموجـودة عليهـا إلى ثلاثة أنواع ، هى:

١

– الملوثات الصلبة

وهى تلك النفايات الموجودة على الهيئة الجامدة ، مثل : المخلفـات الناتجة عن العديد من الصناعات أو بعض أنواع المبيـدات التـى تسـتخدم للقضاء على الآفات والحشرات الضارة أو الغبار وتلك الأتربة الناتجة عـن بعض الصناعات كصناعة الأسمنت وغيرها.

٢– الملوثات السائلة

وهى تلك النفايات الموجودة على الهيئة السائلة الجارية، كمحاليل المواد الكيماوية التى تقذف بها المصانع فى المجارى المائية، ومياه المجارى بما فيها من مخلفات ومواد ضارة (شكل ٥). يضاف إلى ذلك بعض أنواع المبيدات. ويعد التلوث بالنقط ومشتقاته من أهم الملوثات المائية السائلة وأوسعها إنتشاراً. وغالباً ما يحدث التلوث بالنفط عن طريق تسرب النقط من ناقلات البترول أو غرق تلك الناقلات .

٣- الملوثات الغازية

وهى تلك النفايات التى تكون موجودة على هيئة الغاز، كالغازات الضارة المتصاعدة من مداخن المصانع أو الغازات الناتجة فى عوادم السيارات، أو الغازات الناتجة عن البراكين وغيرها [شكل ٥].



(شكل 5)
تلوث الهواء بتصاعد الغازات المختلفة من مداخن احد محطات توليد الكهرباء

تشكل رغبة الإنسان فى الراحة والإستجمام سبباً من أسباب التلوث. فنجد أن الإنسان طور الكثير من المواد المصنعة التى تلوث البيئة من أجل توفير وقته وجهده وماله. وببذل المزيد من الجهد يمكن التخلص من التلوث الناتج عن هذه المواد. ولكن بالنظر إلى أن الوقاية من التلوث تعد غالباً باهظة التكلفة. فإنها كثيراً ما تعد مسألة غير عملية. ويعطى إستخدام مواد التعبئة التى ترمى مباشرة بعد إستخدامها مثالاً يوضح كيف أن رغبتنا

فى الراحة تسبب وتساعد فى تلوث البيئة. ويمكن الإحتفاظ بتلــك العبــوات مثل علب الألومنيوم والصلب والقوارير الزجاجيــة والبلاســتيكية وإعــادة إستخدامها، أو يمكن طحنها حيث تستخدم كمادة أساسية مرة أخرى. لكــن الكثير من الناس يفضلوا إلقاء هذه الأوعية مباشرة.

النفايات المشعة

تعتبر النفايات المشعة الناتجة عن استخدام المصادر المشعة عقبــة اساسية امام الاستغلال الأمثل للطاقة النووية إضافة الي انها من المشكلات المعقدة حول جدوى الاستغلال الأمثل للطاقة النووية.

يعتمد مستقبل الصناعة النووية إلى حد بعيد على مدى قــدرة هــذا النوع من الصناعة على التحكم والسيطرة علي المخلفات والنفايات المشعة المتولدة من استخدام المصادر المشعة . ولا يخلو أي أسلوب لتوليد الطاقــة من توليد نفايات يجب إيجاد الطرق الملائمة لحماية الإنسان والبيئــة مــن أثارها السلبية، لاسيما من حيث حجم النفايات المتولدة وخطورتها المباشرة على الإنسان والبيئة ومدى اضمحلال أو تفاقم آثارها السلبية مــع مــرور الزمن. فعلى سبيل المثال فإن توليد ألف ميجا وات من الطاقــة الكهربائيــة يحتاج يوميا إلى ١٠٠٠طن من الفحم الحجرى ، وينتج عن هــذه العمليــة انطلاق ٣٠٠طن من ثانى أكسيد الكبريت وخمسة أطنان من الرمــاد الــذى يحتوى على عناصر أخرى مثل الكلــور والكــادميوم والــزرنيخ والزئبــق والرصاص بالإضافة إلى بعض العناصر المشعة. وفى المقابل ينــتج عــن

توليد نفس الطاقة الكهربائية فى محطة قوى نووية ٥٠٠متر مكعب من النفايات في العام.

مصادر النفايات المشعة

تتنوع مصادر النفايات المشعة تبعا لنوع عمليات التصنيع الناجمة عنها ومن تلك المصادر ما يلي:-

١- محطات القوي النووية.

٢- جميع عمليات ومراحل دورة الوقود النووي وانتاج الاسلحة النووية .

٣- استخراج الخامات النووية ، مثل اليورانيوم والثوريوم.

٤- استخدام النظائر المشعة فى البحث العلمى وفى الصناعة والتعدين والزراعة.

٥- الطب النووى بما فيه التشخيص والعلاج وانتاج العقاقير والمصادر المشعة.

وعلى الرغم من أن جميع الأنشطة المرتبطة بالمصادر يتولد عنها نفايات ، إلا أن حجم هذه الأنشطة يختلف من دولة إلى أخرى ، ففى حين توجد جميع الأنشطة المذكورة فى الدول الصناعية النووية ، تكاد لاتخلو دولة نامية من جميع أو معظم الأنشطة الثلاثة الأخيرة ، ويوضح الجدول (١) بعض النظائر المشعة الرئيسية التى تشكل الجانب الأكبر من النفايات المشعة.

جدول (١) النظائر المشعة الرئيســية التــى تشــكل الجانب الأكبر من النفايات المشعة.

النظيـــــر	العمر النصفى (سنة)	نوع الأشعاع الصادر
سترنشيوم٩٠	٢٩	بيتا
يود ١٢٩	$١,٦ \times ١٠^{٧}$	بيتا
سيزيوم ١٣٥	٢×١٠^{٦}	بيتا وجاما
سيزيوم ١٣٧	٣٠	بيتا وجاما
تكنيتيوم ٩٩	٢×١٠^{٥}	بيتا
ثوريوم ٢٢٩	٧٣٤٠	ألفا
ثوريوم ٢٣٠	$٧,٧ \times ١٠^{٤}$	ألفا
نبتونيوم ٢٣٧	$٢,١ \times ١٠^{٦}$	ألفا
بلوتونيوم ٢٣٩	٢٤٠٠٠	ألفا
بلوتونيوم ٢٤٠	٦٥٨٠	ألفا
امريسيوم ٢٤١	٤٦٠	ألفا
امريسيوم ٢٤٣	٧٣٧٠	ألفا
كيوريوم ٢٤٣	٣٢	ألفا
كيوريوم ٢٤٤	١٨	ألفا
نيكل ٥٩	٨×١٠^{٤}	السينية (×)
نيوبيوم ٩٤	٢×١٠^{٤}	بيتا وجاما
كوبلت ٦٠	٥,٣	جاما

تصنيف النفايات المشعة

ليس هناك تصنيف دولى موحد للنفايات المشعة ، حيث أن ذلك يعتمد إلى حد كبير على أنظمة كل دولة وعلى المعايير التى استخدمت كأساس لتعريف النفايات المشعة ، كما يعتمد كذلك على مدى تطور الصناعة النووية في تلك الدولة وحجم الأنشطة ونوعها.

لجأت العديد من الدول والمنظمات الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع إلى تصنيف النفايات المشعة آخذة فى الحسبان الطرق المقترحة لحفظها ومعالجتها والتخلص منها ، وعلى ضوء ذلك فإن النفايات المشعة تصنف إلى مايلى:-

- نفايات ذات مستوى إشعاعى عال ، وهى النفايات المشعة الناتجة عن الوقود النووى المعالج أو المستنزف ، وتتميز بأنها ذات أعمار نصفية طويلة وينبغى حفظها فى مطامير دائمة.
- نفايات ذات مستوى إشعاعى متوسط ، وتنتج عن عمليات إنتاج أو استخدام بعض النظائر المشعة. وفى حين أنه يمكن تصنيف النفايات السائلة ذات المستوى الإشعاعى المتوسط اعتمادا على الأنشطة الإشعاعية للنفايات وطرق معالجتها ، إلا أن الأمر أكثر تعقيدا في حالة النفايات المشعة الصالبة ، حيث يجب الأخذ في الحسبان – إلى جانب العوامل السابقة – نوع الإشعاع الصادر والعمر النصفى للمادة وسميتها الإشعاعية ، بالإضافة إلى العوامل التى يجب مراعاتها عند الحفظ. فعلى سبيل المثال – ولأغراض التخلص من النفايات – فإن

النفايات المشعة السائلة المتوسطة المستوى هى تلـك التـى يزيـد نشاطها الإشعاعى عن ٣,٧جيجا بيكرل فى المتر المكعب.

- نفايات ذات مستوى إشعاعى منخفض ، وتشمل جميع النفايات التـى لا تدخل ضمن التصنيفين السابقين ، وتشـكل الـجزء الأكبـر مـن النفايات المشعة ، حيث تصل في بعض الأحيان إلـى مايزيـد عـن ٧٠% من إجمالى النفايات. وتنتج بشكل أساسى من استخدام النظائر والمصادر المشعة فى الطب والبحث العلمى والتطبيقات الصناعية.

أما فيما يتعلق بالنفايات المشعة الغازية فنظرا إلى أن نطاق النشاط الإشعاعى لها يكاد يكون محدودا ، وبالتالى قلة طرق معالجتها ، فإنه لا يمكن اعتماد التصنيفات السابقة الذكر فى حالة النفايات المشعة الغازية ، حيث يتم التصنيف حسب مستوى النشاط الإشعاعى الكلى لكل وحدة كجم.

إدارة النفايات المشعة وطرق التخلص منها :

إن الهدف الأساسى لأى برنامج لإدارة النفايات المشعة والتحكم فيها هو الوصول إلى الوضع الذى يضمن حماية الإنسان والبيئة من مضار تلك النفايات ، وقد يعنى ذلك – لاسيما فى بعض حالات النفايات ذات المستوى الإشعاعى المنخفض – معالجتها ثم إطلاقها فى البيئة ، حيث أن معالجتها أو حفظها أو كلاهما قد تؤدى إلى خفض مستواها الإشعاعى إلى حد يقل عن مستواها الإشعاعى الطبيعى ، يعنى ذلك أيضا الاضطرار إلى حفظ تلك النفايات لمئات أو آلاف السنين ، ويبرز ذلك جليا فى حالة النفايات ذات المستوى الإشعاعى العالى.

ولا يعنى اصطلاح "حماية الإنسان والبيئة" بالضرورة عدم احتمال وجود الخطر ، ولكن قد يعنى أن ذلك الاحتمال قابل للمواجهة والمعالجة ، أو أن الفائدة للمجتمع من تحمل وجودة تبرر بقاءة.

ويمكن التخلص من النفايات المشعة حسب مستواها الإشعاعى كمايلى:-

١- النفايات ذات المستوى العالي

هناك عدة طرق مقترحة لحفظ النفايات ذات المستوى الإشعاعى العالى ، وإضافة إلى أن الكثير منها لا يزال فى طور التجربة فهى باهظة التكاليف ، ومن هذه الطرق مايلى:-

(أ) الدفن فى مطامير دائمة فى أعماق مختلفة وفى تكوينات جيولوجية مستقرة.

(ب) تغيير التركيب الذرى من خلال قذف النفايات بجسيمات فى معجلات أو مفاعلات انشطارية أو اندماجية.

(ج) الدفن تحت الجليد فى أعماق بعيدة تحت المحيط المتجمد.

(د) الطرح فى الفضاء الخارجى.

(هـ) الدفن تحت قاع المحيطات.

ومن الجدير ذكره أن الدفن فى تكوينات جيولوجية مستقرة لا يــزال هو الطريقة التى تحظى باهتمام الكثيرين فى الوقت الحاضر ، ويجب عنــد تبنى هذه الطريقة الأخذ فى الحسبان عوامل عديدة مثــل نــوع الصــخور ونشاط الزلازل فى المنطقة والتكوينات المائية الموجودة فــي المنطقــة أو

القريب منها ، بالإضافة إلى العوامل النفسية وتقبل الرأى العام لوجود مثـــل هذه المدافن.

وللتدليل على مدى تأثير العوامل النفسية وتأثير الرأى العام فى مثل هذا المجال يجدر بالذكر هنا أنه لا يوجد فى الولايات المتحدة الأمريكية فـــى الوقت الحاضر أى مدافن دائمة للنفايات ، حيث لا تزال تحفظ بصورة مؤقتة فى ٦٠موقعا تمثل مواقع محطات للقوى النووية، ويتوقع أن يصل هذا الرقم إلى أكثر من ٤٠ألف طن فى عام ٢٠١٠م.

٢- النفايات ذات المستوى الإشعاعى المتوسط والمنخفض

ويمكن التخلص من أثرها الإشعاعى حسب حالتها سواء أكانت سائلة أم صلبة حسب مايلى:-

(أ) النفايات المشعة السائلة

تحدد عادة الجهة المختصة بالحماية من الإشـــعاع فـــى كـــل دولـــة مستوى النشاط الإشعاعى الذى يجب أن تصل إليه النفايات المشعة الســـائلة قبل السماح بالقائها فى شبكة الصرف الصحى العامة. وتمـــر عمليـــة إدارة النفايات المشعة السائلة خلال الخطوات والمراحل التالية :-

(١) التجميع : ويعمل به فى حالة كون النفايـــات المشـــعة الســـائلة ذات مستوى إشعاعى منخفض ولكن أعلى من المسموح به مـــن الجهـــة المختصة لإلقائه فى شبكة الصرف الصحى العامة ، فإنه يتم تجميعها فى أوعية من البلاستيك ذات أحجام مختلفة ، أو أوعية زجاجية فـــى حالة وجود مواد عضوية عالقة ، ويتم بعد ذلـــك القيـــاس الـــدورى

لمستوى الإشعاع ، وعند وصوله إلى المستوى المسموح به فإنه يتم تصريف النفايات من خلال شبكة الصرف الصحى. وعندما يكون حجم النفايات كبيرا جدا يتم حفظها فى خزانات متصلة بعضـها بـبعض ، وعندما يمتلئ أحد الخزانات يتم تحويل النفايات إلى خزان اخر ، وتتم مراقبة المستوى الإشعاعى فى الخزانات السابقة.

(٢) *المعالجة* : فى حالة احتواء النفايات السائلة على نويـدات ذات عمر نصفى طويل فإن ذلك يستدعى معالجتها قبل التخلص منها . والمعالجة الكيميائية هى الأكثر شيوعا ، وتستخدم فيها طـرق مشابهة لتلك التى تستخدم فى معالجة المياه ، مثـل الترسـيب والتبخير والتبادل الأيونى . وتتميز هذه الطرق بكلفتهـا القليلـة وإمكان معالجة عدد كبير من النويدات المشعة .

(ب) النفايات المشعة الصلبة

فيما يتعلق بالنفايات المشعة الصلبة فإنها تمر خلال المراحل التالية:-

(١) التجميع والفصل : حيث يتم تحديد مركز للتجميـع تجلـب إليـه النفايات الصلبة ومن ثم يتم فرزها وتصنيفها من حيث قابليتهـا للاحتراق من عدمه ، ومن حيث قابليتها لانكماش الحجم ، وذلك لتسهيل المعالجة والتخلص ، كما يتم فرز تلك التى لا تزال نشطة إشعاعيا من غيرها.

(٢) المعالجة : وتشمل مايلى:-

أ - الحفظ المؤقت : وذلك فى حالة النفايات التى تشـمل نويـدات ذات عمر نصفى قصير والتى يمكن حفظها حتـى وصـول

نشاطها الإشعاعى إلى الحد المسموح به من قبـل الجهـة المختصة لاعتبارها مادة غير نشطة.

ب – الحرق : ويؤدى إلى تخفيض شديد فى حجم هـذه المـواد ، وبالتالى إلى سهولة الحفـظ إلا أن ذلـك لا يخفـض مـن المحتوى الإشعاعى الكلى.

ج – الدفن : ويعد أكثر الطرق شيوعا بالنسبة للمواد الصلبة التى يصعب اعتبارها أو تحويلها إلى نفايات عادية . ويتم الدفن فى مدافن مفتوحة ، أو فى مدافن مغلقة قريبة من السطح.

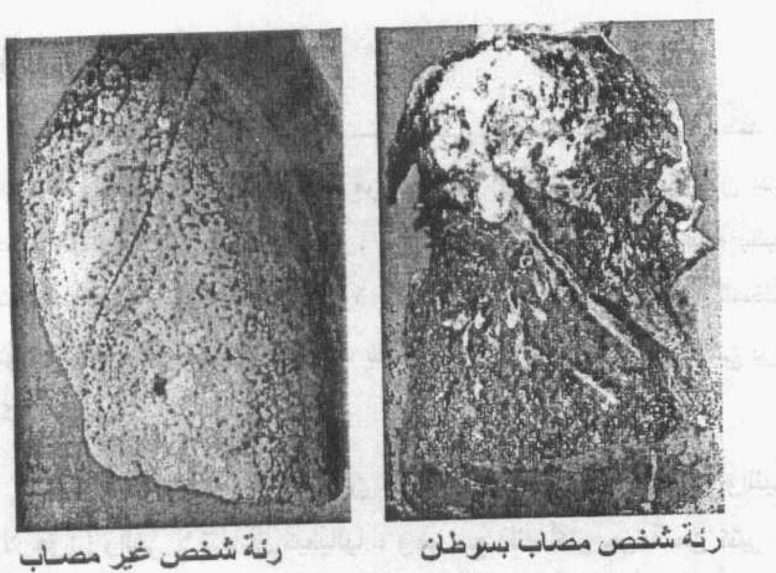
غاز الرادون وتأثيراته البيئية

يحظى غاز الرادون بأهمية متزايدة فى الأوساط العلمية لما يعتقد من تأثيره على الصحة اذ أنه مصدر من مصادر الإشعاع التى يمكن أن تدخل الجسم البشرى عن طريق التنفس. وقد اهتمت به الهيئات المعنية بالبيئة إهتماما واضحا ، وصنعت اجهزة لقياسه. ووضعت الحكومات المختلفة حدودا لتركيزه في الهواء وأوصت بعدم بناء منازل فى المناطق التى يزداد تركيزه فيها.

يصنف الرادون على أنه من الغازات الخاملة (مثل الهيليوم والنيون والارجون) والتى لا تتفاعل كيميائيا ، وهو مع ذلك أكثر حركة من كثير من الغازات المعروفة ، فهو يخرج من عمق عـدة أمتـار مـن الأرض خـلال الشقوق الأرضية وينتشر فى هواء المنازل حجيث يدخل هو أو سلالته إلـى الرئة.

الرادون وسرطان الرئة

بدأ الاهتمام بالرادون فى الثلاثينيات عندما لـوحظ زيـادة الإصـابة بسرطان الرئة لدى عمال المناجم ، حيث تزداد نسبة تركيـزه فـى هـواء كهوف المناجم . وفى الخمسينيات قدمت دراسات تثبت أن سـبب الزيـادة الملحوظة فى السرطان ليس الرادون بالدرجة الأولى بل سـلالته ، فكـون الغاز مشعا لجسيمات يعنى أنه يتحول إلى عنصر آخر عنـد إطـلاق هـذه الجسيمات . والجسيمات المنطلقة من الرادون هى جسيمات ألفـا الثقيلـة الوزن نوعا ما .





رئة شخص مصاب بسرطان



رئة شخص غير مصاب

(شكل 6)

التعرض الطويل لغاز الرادون أو احد سلالته وكذلك التدخين من أهم الأسباب سرطان الرئه

والعنصر الذى يتحول إليه الرادون هو بدوره عنصر مشع سيطلق جسيمات أخرى ليتحول إلى عنصر آخر ، وهكذا إلى أن نصل فى نهاية المطاف إلــى عنصر الرصاص غير المشع ، وهذا هــو المقصــود بالســلالة . وســلالة الرادون من النظائر المشعة ليست خاملة كالرادون ، بــل تلتصــق بــدقائق الغبار الصغيرة العالقة فى الهواء الجوى وعند تنفس هذه الــدقائق فإنهــا تدخل إلى الجهاز التنفسى ، وقد يتم إيقاف وتصفية الدقائق الأكبر حجما فى الأنف أو الجزء العلوى من الجهاز التنفسى إلا أن الدقائق الصــغيرة تصــل إلى الشعب الهوائية الدقيقة وتلتصق بالغشاء المخاطى وتبقى لفترة معينــة قبل أن يطردها الجسم ، كما تصل بعض الدقائق إلى الحويصلات الهوائيــة فى نهاية الشعب الدقيقة لتبقى فترة طويلة فيها أو تنقــل للــدم . وتقــذف الدقائق المترسبة في الشعب الهوائية الدقيقة وفى الحويصلات جسيمات ألفا – الثقيلة نوعا ما – التى تبدد طاقتها فى منطقة موضعية صــغيرة مســببة تأينا كثيفا فى ذلك الموضع مما يؤدى إلى تلف الخلايــا الحيــة فــى هــذا الموضع أو إحداث تغيرات فى صفاتها لسلالة الرادون بحوالى ٥٠٠ضــعف جرعة الرادون ذاته فى بعض الحالات.

مصادر وصفات الرادون

هناك نظائر مشعة كثيرة موجودة فى البيئة بصــفة طبعيــة تطلــق الإشعاعات بصورة مستمرة . فهناك ثلاث سلاسل اساس تبدأ كل منها بنظير معين يتحلل إلى نظائر أخرى مشعة منها الرادون وتنتهى بنظير غير مشــع أى مستقر . تبــدأ السلســة الأولــي بنظيــر اليورانيــوم٢٣٨ ، والثانيــة بالثوريوم٢٣٢ ، والثالثة بــاليورانيوم٢٣٥ . ويبــين الجــدول سلســلتى

اليورانيوم والثوريوم وهما الأكثر وفرة في الطبيعة كما يبين عمر النصـف لكل نظير فيها ونوع الإشعاعات الصادرة منه.

وتوجد عناصر السلاسل الإشعاعية الطبعية التـى تنـتج الـرادون بصورة رئيسية فى التربة ، لذلك تعد التربة المصدر الرئيسى لغاز الرادون . ويزداد الرادون فى المناطق الصخرية خاصة فـى الصـخور البركانيـة والجرانيتية بسبب وجود كميات كبيرة نسبيا من اليورانيوم والثوريوم فيهما مقارنة بالتربة الرسوبية . لذلك يزداد تركيزة بصورة عالية فـى المنـاجم عموما وإن لم تكن مناجم لليورانيوم . فقد وجد مثلا أن تركيزه ف مدينـة واشنطن١٢ ضعف تركيزه فى الاسكا. وهناك تفاوت يومى كبير فى التركيز قد يصل إلى ١٠٠ضعف فى وقت معين عنه فى وقت آخر ، وللضغط الجوى ودرجة الحرارة أثر كبير على تركيزه ، فإذا قل الضغط الجوى عمومـا أدى ذلك إلى زيادة إطلاق الغاز من التربة ، ويفوق تركيز الرادون تحت سـطح التربة تركيزه فى هواء الغرفة بمئات المرات ، لذلك فإنه فى حالة انخفاض الضغط داخل الغرفة بسبب سحب الهواء إلى الخارج مـثلا بـآلات لسـحب الهواء أو ارتفاع درجة حرارة الغرفة أعلى من الخـارج ، فـإن الـرادون يسحب من التربة بمعدل أسرع.

وينخفض تركيز الرادون بازدياد الرطوبة فى الجو أو بالمطر ، وقـد لوحظ أن أعلى تركيز له يكون فى الساعات الأولى من النهار وأقل تركيـز فى الساعات المتأخرة بعد الظهر . كما يعتمد تركيزه على نفاذيـة التربـة. فالتربة عالية النفاذية تسمح له بالخروج من الطبقـات السـفلى للأعلـى . وللتهوية أثر شديد الفاعلية فى تركيزه بل تكاد تكون العامل الأساسـى فـى تخفيف تأثيره.

وتؤثر مواد البناء المستخدمة وخاصة الأسمنت والخرسانة على تركيز غاز الرادون داخل المنازل إذ تحتوى هذه المواد على نسب متفاوتة من اليورانيوم٢٣٨ والثوريوم٢٣٢ وبالتالى تمثل مصدرا مستمرا للرادون . كما يوجد اليورانيوم والثوريوم فى مادة الجبس الفسفورى المستخرج من بقايا مصانع الفوسفات. لذلك يمكن أن يكون تركيز الرادون فى المنازل الشعبية المبينية من الآجر والطين أقل مما فى الأبنية الحديثة.

الرادون فى الماء

تعد بعض مصادر المياه الجوفية العذبة المستخدمة للشرب والنظافة مصدرا مهما للرادون ، حيث أن الرادون يذوب في الماء وعند مرور الماء على الصخور فإنه يسحب منه غاز الرادون . فإذا كانت الفترة الزمنية منذ ضخ المياه من تحت الأرض وحتى إيصالها إلى المنازل قليلة يكون تركيز الرادون فيها عاليا وخاصة الرادون٢٢٢ ذو نصف العمر٣,٨ يوما . أما الرادون٢٢٠ والرادون٢١٩ فيكون مستواهما قليلا أو معدوما نظرا لصغر العمر النصفي لهما ، وقد ينخفض تركيز الرادون إذا خزن الماء فترة معينة تكفي لتفكيك الرادون٢٢٢. ومن ناحية أخرى قد توجد كميات صغيرة من الراديوم٢٢٦ فى المياه الجوفية والذى ينحدر منه الرادون٢٢٢. وقد وجد أن تركيز الرادون فى الماء يتفاوت من مكان إلى آخر تفاوتا يزيد على عشرات المرات ، كما انه يزداد في المياه العميقة عنه في المياه القريبة من السطح . وقد وجد كذلك أن تركيز الرادون فى الماء يرتفع فى حمامات المنازل عدة مرات عنه فى بقية الغرف إن لم تكن هناك تهوية جيدة ، ويعتقد أيضا أن لحركة المياه الجوفية دورا واضحا في زيادة نسبة الرادون داخل المناجم ، إذ تصحب المياه السارية معها هذا الغاز من مناطق بعيدة

إلى جو المنجم . وفى إحدى الدراسات وجد أن ٨٥% من الرادون ناتج من التربة و١١% من الهواء خارج المنزل و٣% من مواد البناء وأقل من ١% من الماء . إلا أنه من المؤكد أن لا تنطبق هذه الأرقام على جميع المنازل لتغير طبيعة الأرض ومواد البناء ومصادر الماء من مكان إلى آخر . ومما يجدر ذكره أن وجود الرادون فى الماء لن ينتج عنه جرعة إشعاعية محسوسة للجهاز الهضمى ، بل يكون تأثيرة فى زيادة تركز الرادون فى الهواء وبالتالى تأثيرة على الجهاز التنفسى . ويمكن أن يكون الغاز الطبيعى المستخدم فى المنازل مصدرا من مصادر الرادون أو سلالته لكونه يؤخذ من تجاويف أرضية عميقة يتسرب إليها الرادون من الصخور المجاورة . وقد وجدت أعضاء من سلاله الرادون مترسبة على مواسير وخزانات محطات معالجة الغاز حيث قد يصحبها الغاز معه عند مروره فيها.

مستوى الإشعاع والحماية الإشعاعية

من الصعب حساب أو قياس الجرعات الإشعاعية الناتجة عن الرادون وسلالته ، وهناك نماذج حسابية مختلفة إضافة إلى نماذج علمية تجريبية لتقويم تلك الجرعات ، وترجع الصعوبة فى تقويم جرعات الرادون لعوامل ومتغيرات كثيرة مثل التوزيع الكتلى والحجمى لدقائق الغبار ، ومعامل التصاق تلك الدقائق وأحجام الدقائق التى تدخل إلى الشعب الهوائية وحجم المنطقة التى تؤثر فيها الإشعاعات وهكذا .

حفزت الجرعات العالية من الرادون الدوائر العالمية المختصة لتقديم توصيات حول تركيزات الرادون ومستوياته ، إلا أن هذه التركيزات أثارت الكثير من الجدل .

وقبل الإشارة إلى المستويات المقبولة وغير المقبولة من الرادون ينبغى توضيح بعض امور الحماية الإشعاعية ، وخاصة ما يتعلق منها بالإشعاعات الطبعية ، فالإشعاعات الطبعية موجودة منذ وجد الإنسان والرادون جزء منها . ولقد ثبت بما لا يدع مجالا للشك أن نسبة الإصابة بالسرطان تزداد بازدياد عدد المتعرضين لها . فلو فرضنا أن هناك مدينة معينة تعدادها ١٠ ملاين نسمة تعرضت لمستوى معين من الإشعاعات (كالرادون مثلا) وأن هناك ١٠حالات سرطانية تظهر سنويا نتيجة لذلك ، فإن عدد حالات سرطانية تظهر سنويا نتيجة لذلك ، فإن عدد حالات السرطان تقل إلى النصف أى خمس حالات لو قل مستوى الإشعاعات أو قل عدد المتعرضين للنصف . إن وجود الإشعاعات لا يعنى بالضرورة الإصابة بالسرطان بل إن نسبة معينة فقط هى التى تصاب به ، وتزداد هذه النسبة بازدياد مستوى الإشعاعات أو بزيادة عدد المتعرضين . لذلك فإن مبدأ الحماية الإشعاعية حاليا ينص على خفض الجرعات الإشعاعية إلى أقل مستوى يمكن إنجازة عمليا .

والحدود التى أوصت بها المنظمات الدولية المختلفة للعاملين فى مجال الإشعاعات والذين تقتضى مهنتهم التعرض لها هى الحدود التى تتساوى فيها مخاطر المهنة مع مخاطر المهن الأخرى . أما لعموم الجمهور من غير العاملين فى مجال الإشعاعات فتقلل الحدود إلى مستويات تقل بأكثر من عشرين مرة .

والسؤال الذى لا يختلف فى جوابه بعض المختصين هو هل نسبة الأصابة بسرطان الرئة تتناسب مع تركيز الرادون فى الجو حتى عند التركيز المنخفض؟ . وهل العلاقة بين عدد الإصابات والتركيز لأى مجموعة معينة

من الأشخاص هى خط مستقيم على ورقة الخطوط البيانية ؟ . أى إذا تضاعف التركيز تضاعفت الأصابة ؟.

إن الدراسات الخاصة بتركيز الرادون فى هواء المناجم وإصابات سرطان الرئة لدى عمال المناجم تثبت أن العلاقة قريبة من أن تكون طردية . فقد جاء فى دراسات متابعة عمال المناجم لعشرات السنين مثل الدراسة التى تمت فى تشيكوسلوفاكيا وكندا والسويد أنه مهما كان تركيز الرادون قليلا فهناك احتمالات هى بدورها قليلة للإصابة بسرطان الرئة .

وقد أوصت اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) وكذلك المجلس الوطنى للحماية من غاز الرادون.

الحدود الإشعاعية للرادون فى المنازل

أوصت اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية بأن الجرعة الإشعاعية لعموم الجمهور واحد ملى سيفرت فى السنة وهو ما اتخذته معظم دول أوربا وهو ما يعادل ٤٠٠بيكرل فى المتر المكعب من الهواء . وقد اتخذت كثير من دول أوربا مستوى ١٠٠بيكرل للمتر المكعب كمستوى يسمح فيه ببناء المساكن الجديدة . ومع ذلك فهناك حوالى عشرين ألف منزل فى إنجلترا يزيد المستوى فيها عن الحد الأقصى . وهناك أرقام مشابهة فى الدول الأخرى . أما بعض الدول الأوربية مثل فنلندا فقد اتخذت ٨٠٠بيكرل فى المتر المكعب حدا أقصى فى المنازل القديمة و٢٠٠بيكرل للمنازل الجديدة ، ومع ذلك هناك حوالى ١,٤% من المنازل زاد تركيز الرادون فيها عن ٨٠٠بيكرل فى المتر المكعب . أما الولايات المتحدة فقد اتخذت ١٥٠بيكرل فى المتر المكعب (٤ بيكوكورى / لتر) كحد أقصى ويعتقد أن

۲۰% من المنازل تزيد على هذه النسبة . وهناك عدد لا بأس به يصل فيه المستوى عشرات أضعاف هذا المستوى بل مئات الأضعاف . ويعتقد حدوث ما بين ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ حالة وفاة فى السنة من سرطان الرئـة بسـبب الرادون فى الولايات المتحدة، وهى وحدها تمثل ٦-۱۲% من جميع حالات الوفاة بالسرطان. ومما يجب ذكره هنا أن هناك حد آخر لمستوى الـرادون فى الهواء يسمى " مستوى العمل " (WL) اتخذ أصلا لعمال المناجم ويعادل ۳۷۰۰بيكرل / متر مكعب (۱۰۰ بيكوكورى / لتر) .

وبالرغم من أن الحد الأعلى فى الولايات المتحدة أقل منه فى أوربـا إلا أنه كان مثارا للجدل الواسع إذ يقول المنتقدون أن هذا الحد يعطى نسبة خطورة أعلى بحوالى مائة ضعف من نسبة الخطورة التى وضـعتها لجنـة التنظيمات النووية الدولية الأمريكية للإشعاع الناتج عن الطاقـة النوويـة . ويعتقد أن نسبة السرطان من الرادون هو ۵۰۰ ضعف ذالك النـاتج عـن الطاقة النووية . وفى حين تشدد اللجنة على إنفاق المبالغ لحمايـة البيئـة وإنقاذ الأرواح البشرية من خطر الإشعاعات من الطاقة النووية فإنها أكثـر تساهلا مع الرادون. وتين الدراسات فى الولايـات المتحـدة أن التعـرض بصورة مستمرة إلى ٤ مستويات عمل فى السنة يـؤدى إلـى مـوت ۱۳۰ شخص نتيجة سرطان الرئة لكل ألف شخص، بينما جاءت الدراسـات فـى السويد بأنه تحدث حالة سرطان واحدة من كل ۳۰۰ شخص نتيجة لزيـادة تركيز الرادون بمقدار حوالى ۳۷ بيكرل فى المتر المكعب (۱ بيكوكـورى / لتر).

قياس الرادون فى الهواء

نظرا لأن الإشعاعات الصادرة من الرادون وأعضاء سلالته هى جسيمات ألفا وبيتا وإشعاعات جاما لذا فإنه من حيث المبدأ يمكن استخدام أى كاشف لهذه الجسيمات للكشف عن الرادون إذا وجد بتركيز مناسب للكاشف. إلا أنه فى الحالات التى تشمل فيها القياسات مناطق كثيرة ومتعددة كالمنازل مثلا فيجب أن يكون الكاشف قليل الكلفة وسهل الاستعمال وقابل للنقل بسهولة.

تلوث الهـــــــواء

الهـــــــواء

يمثل الهواء – في الكون – دعامة مهمة من دعائم الحياة، بل بدونه تستحيل الحياة على الإطلاق.

ويعد الهواء من أهم العناصر المكونة للبيئة، وعلى الرغم من أنـــه أوفرها وأرخصها إلا أنه أثمنها وأغلاها. فهو أساس الحياة الذى لا يمكن أن تستغنى عنه جميع الكائنات الحية، وفى مقدمتها الإنسان. فبينما نستطيع أن نستغنى عن الماء لعدة أيام، وعن الغذاء لعـــدة أســـابيع، فإنـــه لا يمكننـــا الإستغناء عن الهواء.. ولو لدقائق معدودات.

والهواء لا يرى بالعين، ولكن يمكن الإحساس بـــه، فـــنحن نشـــعر بحقيقة وجوده عند إهتزاز أغصان الأشجار، وإرتفاع أمواج البحر، وســـير السفن الشراعية، وما شابه ذلك من ظواهر طبيعية مختلفة.

مكونات الهواء

قديماً، وحتى الربع الأخير من القرن الثامن عشر المـــيلادى، كـــان الهواء يعدّ أحد العناصر الأربعة المكون للكون، وهى : الماء والتراب والنار والهواء. وحتى ذلك التاريخ كان الهواء يعدّ عنصراً مستقلاً بذاته، ولـــيس مزيجاً من غازات مختلفة كما نعرفه اليوم. ومن الأسباب التى أدت إلى تأخر

إكتشاف حقيقة الهواء ومكوناته، أن الغازات المكونة له جميعهـا عديمـة الرائحة واللون. ولذا ، يصعب تمييز الواحد منها عن الآخر.

وفى عام ١٧٧٥م، أثبت العالم الفرنسى "لافوازييـه" (La voisier) أن الهواء يتكون من أكثر من غاز، وأن أحد الغازات المكونة للهـواء هـو غاز الأكسجين.

وقد دلت التجارب على أن الهواء الجوى خليط معقد من عدة عناصر وغازات، يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام، وهى :

القسم الأول : غازات تظل في الحالة الغازية تحت أى ظروف جوية.

القسم الثانى : بخار الماء، وهو متغير، فقد يتحول من الحالة الغازية إلـى السيولة أو الصلابة.

القسم الثالث : بعض الأجسام الصلبة، مثل: ذرات الغبار والسناج، وغيرها.

والغازات التى يتكون فيها الهواء الجوى هى مـزيج مـن غـازات النيتروجين والأكسجين وثانى أكسيد الكربون وبخار الماء، وبعض الغـازات النادرة وأهمها: الأرجون، ويوضح الجدول (١) التركيب الكمى لما نسـميه بالهواء النظيف الجاف. وقد استثنينا من الجدول نسبة بخار الماء، والـذى يوجد في الهواء الجوى بنسب تختلف حسب الموقع الجغرافـى، وذلـك لأن بخار الماء ليس له تكوين موحد على سطح الأرض.

وتختلف كمياته من مكان لآخر، ومن وقت لآخر معتمدة على درجة الحرارة، ونسبة الرطوبة، ومعدل التبخير من المصادر الطبيعية. وبصفة عامة، فـإن كمية بخار الماء في الجو تتراوح ما بين (0.01%) إلى (5%). وغالباً ما تكون ما بين (1%) إلى (3%).

جدول (١): التركيب الكمى للهواء النظيف

م	المكون	الرمز الكيميائى	التركيز (%)	الكتلة الكلية (مليون طن)
1	نيتروجين	N_2	78.90	4.220.000.000
2	أكسجين	O_2	20.95	1.290.000.000
3	أرجون	Ar	0.93	72.000000
4	ثاني أكسيد الكربون	CO_2	0.032	2.700000
5	نيون	Ne	0.0018	10.000
6	هيليوم	He	0.00052	4.000
7	ميثان	CH_4	0.00015	4.600
8	كريتون	Kr	0.00010	16.200
9	هيدروجين	H_2	0.00005	190.00
10	أكسيد النيتروز	N_2O	0.00002	1.700
11	أول أكسيد الكربون	CO	0.00001	540.00
12	زينون	Xe	0.000008	2.010
13	أوزون	O_3	0.000002	190.00
14	أمونيا (نوشادر)	NH_3	0.0000006	21.00
15	ثاني أكسيد النيتروجين	NO_2	0.0000001	9.00
16	أكسيد النيتروجين	NO	0.00000006	3.00
17	ثاني أكسيد الكبريت	SO_2	0.00000002	2.00
18	كبريتيد الهيدروجين	H_2S	0.00000002	1.00

وبإمعان النظر في الجدول (٢) ، فإننا نجد أن النيتروجين والأكسجين هما الغازات الأكثر شيوعاً وانتشاراً في الجو. وهما يكونان معاً نحو (٩٩%) من حجم خليط الغازات الموجودة في الهواء الجوى. كما أن الغازات الأربع :

الأكسجين والنيتروجين والأرجون وثانى أكسيد الكربون، فإنها تكون مجتمعة نحو (٩٩,٩٩%) من حجم ذلك الخليط. وفى الحقيقة، فإن النسبة الضئيلة الباقية تشتمل على أنواع عديدة من الغازات، والتى – غالباً – ما يكون مصدرها عوامل طبيعية.

فمثلاً، نجد أن غازات، مثل : كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، وثانى أكسيد الكبريت (SO_2) ، وأول أكسيد الكربون (CO)، تأتى إلى الجو نتيجة النشاطات البركانية. في حين أن غازات، مثل الميثان (CH_4)، والنوشادر (NH_3)، تنتج من التحلل اللاهوائى للنباتات والحيوانات. كما نجد أن أكاسيد النيتروجين المختلفة (NO_2, NO, N_2O) تنتج من تأثير التفريغ الكهربى الذى يحدث في أثناء البرق. كذلك، تنتج الحرائق التى تحدث فى الغابات أطنانا عديدة من غاز (CO_2) في كل عام. ومما تجدر الإشارة إليه، أن بعض تلك الغازات تعتبر سامة، مثل النوشادر والميثان وأول أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز.

وبالإضافة إلى الغازات السابقة، فقد يحتوى الغلاف الجوى على كميات ضئيلة جداً من بعض الغازات الأخرى. فهو قد يحتوى على بعض الغازات الخاملة، مثل: الهيليوم والزينون والنيون.

ويختلط بالهواء كذلك كثير من الشوائب الأخرى غير الغازية، إلا أن هذا يكون دائماً على إرتفاعات محدودة من سطح الأرض.

فقد يحتوى الغلاف الجوى على بعض حبوب اللقاح النباتية والتى قد توجد أحياناً على إرتفاع يبلغ حوالى ستة أميال من سطح الأرض. كذلك، قد يحتوى على بعض ذرات التراب التى تحملها الرياح من تربة الأرض أو مما تنفثه البراكين. وهناك أيضاً ذرات الفحم الدقيقة والتى توجد عالقة فى الهواء، وخاصة حول المناطق الصناعية. كذلك توجد أنواع من البكتيريا التى تسبح في الهواء. بالإضافة، إلى ذرات الملح التى تتطاير مع بخار الماء من سطوح الأرض.

وبخلاف مما سبق، فهناك ما يسمى بـ "تراب النجوم" الذى يأتى من الفضاء الخارجي ، وتقدر كمية هذا التراب التى تدخل غلافنا الجوى بحوالي (٢٠٠٠) طن كل يوم.

هواء المدن الصناعية

يتميز الهواء الجوى بتركيبته الثابتة، غير أن الهواء الموجود فوق المدن الصناعية أو المناطق التى تكثر فيها المصانع، يحتوى على كثير من المكونات الإضافية التى تنتج من احتراق أنواع الوقود المختلفة في محطات التوليد والمصانع والآلات والسيارات [شكل ١-٤].



(شكل 1-4)

تلوث الهواء في المدن الصناعية نتيجة لتصاعد الغازات المختلفة من مداخن المصانع

وعندما يحرق الوقود الحفرى، مثل: الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعى، فإن النواتج الرئيسية هى: غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2)، والماء (H_2O).

ولا يعدّ غاز ثاني أكسيد الكربون أو الماء سامين، ولكن استمرار تزايد كمياتهما قد يؤدى إلى إحداث آثار خطيرة على المناخ. فثانى أكسيد الكربون في الجو قادر على أن يعمل كالزجاج في البيت الدافئ، الذى يمرر أشعة الشمس ولا يسمح بمرور الأشعة تحت الحمراء، ففى البيت الزجاجى

الدافئ، تمتص النباتات أشعة الشمس المارة عبر الزجاج، ثم تعيد إطلاق جزء مما امتصته كأشعة تحت حمراء لا تقدر على النفاذ إلى الخارج.

لذلك، فهذه الأشعة المحتجزة ترفع درجة الحرارة داخل البيت الزجاجى عن محيطه. ونفس الظاهرة تفسر ارتفاع درجة الحرارة داخل السيارة إذا كانت مغلقة النوافذ والأبواب ومعرضة لأشعة الشمس الساطعة. كذلك، فإن غاز ثانى أكسيد الكربون ينقل الضوء المرئى في نفس الوقت الذى يحجز فيه الضوء تحت الأحمر.

وعلى ذلك، فإن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون في الجو قد يتسبب في إحداث ما يسمى "أثر البيت الزجاجى"، مما يؤدى إلى إرتفاع متوسط درجة الحرارة على سطح الأرض. وإذا حدث ذلك، فقد ينصهر الجليد عند القطبين وعلى قمم الجبال، مما يؤدى إلى إرتفاع مستوى المحيطات والبحار لتفيض على مساحات واسعة من القارات، مسببة فيضانات ضخمة وعاتية، يمكن أن تدمر كل شئ على سطح الأرض.

كذلك، فإن درجات الحرارة الأعلى، ستؤثر – حتماً – على أنماط الترسيب، ومعدلات سقوط الأمطار، والأحوال المناخية، بشكل عام.

ورغم أن ظاهرة البيت الزجاجى قد تصبح على المدى البعيد أكثر نتائج التصنيع ضرراً، إلا أن هناك خطراً أقرب يتمثل في النواتج الجانبية لعملية الاحتراق. فالوقود الحفرى، الذى يستخدم في الأغراض المختلفة، ليس كله كربوناً نقياً أو هيدروكربونياً نقياً، وإنما توجد به كميات لا بأس بها من الكبريت، الذى يكوّن عند إحتراق الوقود غازات (SO_X)، التى تشمل غازى : SO_2 ، SO_3 ، وهما مادتان مؤذيتان، يمكن أن تسببا ضرراً بالغاً على الأغشية المخاطية في المجارى التنفسية.

وكما هو معروف، فإنـــه عنـــد الظروف الفعليـــة ، يحتـــرق الوقود إحتراقاً غيـــر كـــاملاً ، حيـــث تتكـــون حبيبـــات مـــن الكربـــون (العنصرى)، وغاز أول أكسيـــد الكربـــون CO، وتتبقـــى كميـــة مـــن الوقود دون إحتراق. وتحمل الغازات الســـاخنة الســـناج والوقـــود (غيـــر المحترق) إلى الجو. كما أن حرق الفحم يؤدى إلى تكوين كميات كبيرة مـــن البقايا غير العضوية، التى تسمى "رماداً"، حيث يحمل هذا الرماد إلى الجـــو كغبار شديد القلوية.

وفى الأحوال الجوية العادية، يعدّ غاز النيتروجين خاملاً ولا يتحد مع الأكسجين. لكن، عند درجات الحرارة التى تسود لدى حرق الوقود، وبخاصة في آلات الإحتراق الداخلى في السيارات، يتحول النيتروجين الجـــوى (N_2) إلى أكاسيد، أبرزها أكسيد النيتريك (NO)، الذى يتحول بسهولة إلى ثـــانى أكسيد النيتروجين (NO_2)، طبقاً لما يأتى :

$$N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \xrightarrow{\text{حرارة}} 2NO_{(g)}$$

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \xrightarrow{\text{حرارة}} NO_{2(g)}$$

وفى الحقيقة ، فإن وجود الغازات : CO , SO_2 , SO_3 أو NO_2 ، وحبيبات السناج بكميات قليلة فى الهواء الجوى ، فإنها لا تمثل أى خطـــر على الصحة أو البيئة بوجه عام . ويرجع ذلك إلى أن عمليات الإنتشار فـــى الجو قادرة على توزيعها بما يجعل نسبة وجودها فى حدود التراكيز الآمنة، مما يقلل ويكفى تأثيراتها الضارة على البيئة .

إلا أنه إذا أطلقت كميات كبيرة من هذه الغازات، تبلغ مئات أو آلاف الأطنان منها ، فى منطقة ما ، وفى خلال وقت (فترة) زمنية قصيرة ، فـــإن

الظروف الجوية وعمليات الإنتشار وإعادة التوزيع الطبيعية تصبح عــاجزة عن مواجهة هذه الكميات ، وعاجزة عن إعادة توزيعها ، مما يــؤدى إلـــى زيادة تركيزها ، وحدوث آثارها الضارة والخطيرة على الإنسان والحيــوان والنبات ، بل وعلى كل عناصر البيئة .

تعريف تلوث الهواء

يعرف تلوث الهواء بأنه : " إدخال مباشر أو غير مباشر لأية مـــادة إلى الغلاف الجوى بالكمية التى تؤثر على نوعية الغلاف الجوى وتركيبته ، بحيث ينجم عن ذلك آثار ضارة على الإنسان والبيئة والموارد الطبيعيـــة ، وعلى إمكان الانتفاع من البيئة وعناصرها بوجه عام" .

مصادر تلوث الهواء الجوى

يمكن تقسيم مصادر تلوث الهواء الجوى إلـــى قســـمين رئيســـيين، وهما: المصادر الطبيعية والمصادر البشرية.

أولاً : المصادر الطبيعية

نقصد بالمصادر الطبيعية تلك العوامل التى تحـــدث نتيجـــة ظـــواهر ونشاطات الطبيعة دون أن يكون للإنسان أو نشاطاته أو تقنياته المختلفة أى دور فى حدوثها، حيث تبث تلك الظواهر الطبيعية إلى الهواء الجوى بكميات – غير قليلة – من الأدخنة والأبخرة والغازات والجسيمات الدقيقة.

ومن أمثلة العوامل الطبيعية : الـــزلازل ، والبـــراكين ، والريـــاح ، والأعاصير، وحرائق الغابات.

أ – الزلازل :

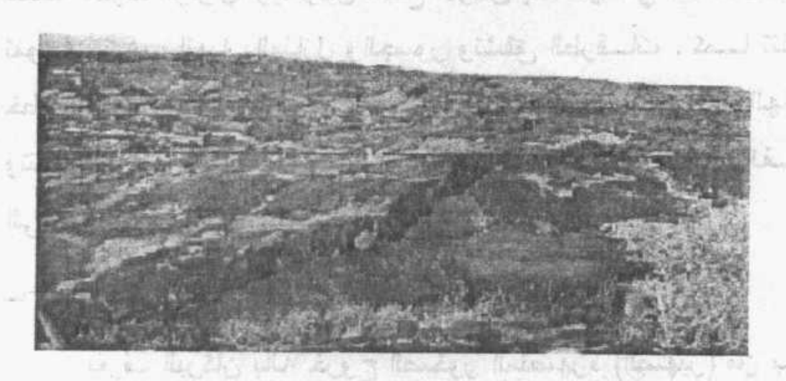
الزلزال هو إهتزاز القشرة الأرضية فى مكان ما من سطح الأرض . وتتفاوت شدة الزلزال حسب قوة الإهتزاز وطبيعة القشـرة الأرضـية فـى منطقة حدوث الزلزال. ويتعرض سطح الأرض بما عليه في تلك المناطق إلى تموجات تسبب إنهيار المنازل والجسور وتشقق الطرقـات . كمـا تنفجـر خطوط المياه والنفط والصرف الصحى . وتتقطع أسلاك الكهرباء والهاتف ، وتندلع الحرائق . وينتج عن ذلك إنبعاث كميات هائلة من الأتربة والغـازات إلى الهواء الجوى، مما يتسبب فى تلوثه.

ب- البراكين :

يعرف البركان بأنه خروج الصخور المنصهرة (الصهير) من بـاطن الأرض إلى سطحها نتيجة وجود شقوق وشروخ بها فـى منطقـة حـدوث البركان. ويرتفع صهير فى الجو لمسافات مرتفعة، وهو ذات درجة حـرارة عالية، ويكون فى الحالة السائلة، حيث يجرى الصهير على سـطح الأرض، ويتجمد كلما إنخفضت درجة حرارته مكوناً صخوراً وتلالاً فى المناطق التى برد عندها.

وتمثل البراكين كارثة أرضية، وبخاصة عند حدوثها بـالقرب مـن الأراضى الزراعية، حيث يؤدى إندفاع صهير البركان (المجمـا Magma) إلى سطح الأرض إلى دفن الأراضى الزراعية وتغطيتها بأكوام من الصخور البركانية [شكل ٢-٤]. وتحتوى "المجما" على كميات مختلفة من الغازات المنحلة ، التى تكون محتجزة فى الصخر المنصهر الداخلى بالضغط المحكم،

حيث تلعب هذه الغازات – عند إنطلاقها – دوراً كبيراً فى تلويث الهواء الجوى.



(شكل 2-4)
اندفاع صهير البركان (المجما) إلى سطح الأرض يؤدى إلى دفن الأرض الزراعية وتغطيتها بأكوام من الصخور البركانية

ويعدّ الماء هو المادة الرئيسية الطيارة فى "المجما"، وهو يتسرب من المادة البركانية على شكل بخار ماء، كما أن غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2) ، غاز كربونى شائع ومعروف جداً فى الإنفجارات البركانية، وكذلك غاز النيتروجين (N_2) . وتحتوى "المجما" أيضاً على بعض مركبات الكبريت، مثل : كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وأكاسيد الكبريت الأخرى، والتى يستدل عليها برائحتها الكريهة. بالإضافة إلى ذلك، فإن كميات قليلة من غازات أخرى تنطلق، مثل : أول أكسيد الكربون (CO)، والهيدروجين (H_2)، والنوشادر (NH_3)، والميثان (CH_4)، وغيرها.

ويوضح الجدول (٢) التوزيع العام للغازات الموجودة بـ (المجما) عند إنفجار البركان.

جدول(٢) نسبة الغازات الموجودة فى المجما

م	الغاز	رمزه	نسبته المئوية
1	بخار الماء	H_2O	70.75
2	ثانى أكسيد الكربون	CO_2	14.07
3	الهيدروجين	H_2	0.33
4	النيتروجين	N_2	5.45
5	أرجون	Ar	0.18
6	ثانى أكسيد الكبريت	SO_2	6.40
7	ثالث أكسيد الكبريت	SO_3	0.10
8	الكلور	Cl_2	0.05

وبالإضافة إلى الغازات المنبعثة فى أثناء الإنفجار البركانى، تنطلق أيضاً كميات ضخمة من الفتاتات البركانية الصلبة – وبخاصة الغبار الناعم – تقدر بآلاف الأطنان ، والتى تقذف فى الجو لمساحات تبلغ عشرات الكيلومترات ، حيث تصل إلى طبقة "الستراتوسفير" ، لتبقى فى الجو عدة أشهر مؤثرة بذلك على كمية الأشعة الشمسية العابرة من خلاله ، وبالتالى على درجة حرارة سطح الأرض . هذا إلى جانب الآثار الحيوية المباشرة للغازات ومركباتها المختلفة.

وهكذا، يمكن حصر الدور الذى تسهم به البراكين فى تلويث الهواء الجوى، على النحو التالى :

١ – الغازات الناتجة عن البراكين ومركباتها المختلفة .

٢- الفتاتات الصخرية الناعمة والخشنة، والغبار .

٣- الحرارة العالية لتلك المقذوفات البركانية ، سـواء الصـلبة منهـا أو الغازية، والتى تسبب حدوث التلوث الحرارى للجو.

جـ- الرياح والأعاصير والعواصف :

تنشأ الأعاصير نتيجة إلتفاف الهواء البارد حول الهـواء السـاخن مكوناً الإنخفاض الجوى (الإعصار) ، حيث تدفعه الرياح العكسية من الغرب إلى الشرق ، ويتحرك الإعصار بسرعة تتراوح مـا بـين (45) إلـى (60) كيلومتراً فى الساعة .

وتتسبب الرياح والعواصف الترابية فى إندلاع الحرائق فـى أمـاكن متفرقة ، مما يتسبب فى إنبعاث كميات من الأتربة والـدخان والجسـيمات الدقيقة إلى الهواء الجوى.

ونذكر هنا العاصفة الترابية التى إجتاحت مدينة القاهرة من الغـرب فى اليوم الثانى من شهر فبراير عام ١٩٨٨، فى أعقاب مـرور مـنخفض جوى شديد العمق. فقد حملت هذه العاصفة كمية هائلة من الرمال والأتربة المثارة من الصحراء، مما أدى إلى حجب الرؤية فـى منطقـة الأهرامـات الواقعة على أطراف مدينة الجيزة.

د - الحرائق الطبيعية فى الغابات :

تمثل الحرائق الطبيعية التى تحدث فى كثير من الغابـات - بسـبب إرتفاع درجات الحرارة والجفاف - أحد العوامل الطبيعية التى تـؤدى إلـى تدهور البيئة النباتية، والقضاء على الكساء النباتى. وتؤدى هذه الحرائـق

إلى القضاء على مظاهر الحياة بتلك الغابات. كما تؤدى إلى إختفاء أنـــواع من الحيوانات والطيور من تلك التى كانت تعيش فى هذه الغابات.

ثانياً : المصادر البشرية

وهى تشمل جميع المصادر الصناعية أو تلك التى تنـــتج نشـــاطات الإنسان وتجاربه المختلفة فـــى مجـــالات الأبحـــاث، وحضـــارته وتقنياتـــه المختلفة.

وسوف نتناول بالتفصيل أهم المصادر البشرية التى تؤدى إلى حدوث تلوث الهواء الجوى، وهى :

١ - *قطاع النقل والمواصلات ويشمل :*

- المركبات المزودة بمحركات البنزين.
- المركبات المزودة بمحركات الديزل.

ويعد قطاع المواصلات، وبخاصة السيارات والشاحنات، من أهم مصادر التلوث فى الوقت الحاضر، ويرجع ذلك لسببين، وهما :

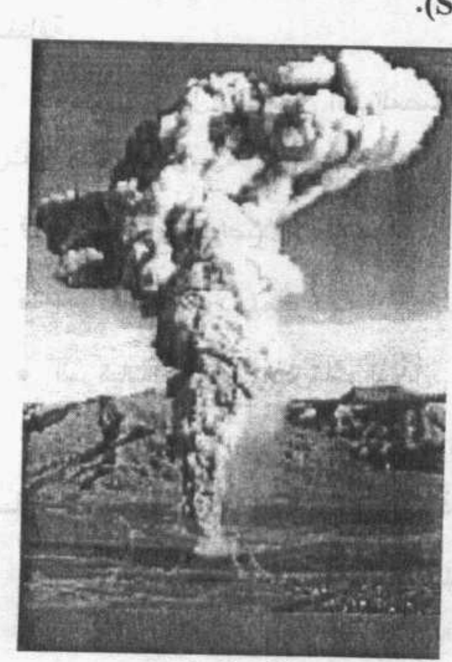
١- الأضرار الصحية الخطيرة الناشئة عن نواتج إحتراق وقود تلـــك المركبات.

٢- تركيز الملوثات الناتجة عن تلك المركبات وزيادة نســـبتها فـــى أجواء المدن.

٢- *قطاع الصناعة والإنتاج :* تعدّ الصناعة وخطوط الإنتاج هى أهم مصدر للجسيمات (الهباء)، كما أنها المصدر الثانى لأكاسيد الكبريت (SO_X).

وتولد المصادر الصناعةي مجموعة من المواد الملوثة تتوقف على الأساليب المستخدمة والآلات المستحدثة. وأهم تلك المواد الملوثة المنبعثة :

- أول أكسيد الكربون (CO) .
- الجسيمات.
- أكاسيد النيتروجين (NO_X).
- الهيدروكربونات.
- ثانى أكسيد الكبريت (SO_2).



(شكل 3-4)
انتشار كم هائل من الأتربة المشعة والغازات الملوثة نتيجة لاختبار نووي تم تحت الأرض في منطقة الاختبار بولاية نيفادا الأمريكية فى سنة 1970

٣- التفجيرات النووية :

إن الممارسات الخطيرة التى تنتهجها بعض الدول المتقدمة فى مجال بحوث تطوير إستخدامات إندماج الذرة وإنشطارها، تعدّ من المصادر الرئيسية لتلوث الهواء الجوى. وتشكل تجارب التفجيرات النووية والأسلحة الذرية مصدراً مهماً من مصادر الإشعاع الذرى [شكل ٣-٤].

ولقد شهدت السنوات الأخيرة ، تزايد إنتشار المواد المشعة فى الجو بصورة كبيرة لم تكن معروفة من قبل ، وأصبحت تشكل خطراً على الصحة العامة .

٤- الأسلحة الكيميائية :

إتجهت بعض الدول الكبرى إلى إدخـــال الســـلاح الكيمـــاوى كأحـــد الأسلحة الحديثة التى تزود بها جيوشها . وأقدمت هذه الدول على إستخدام الأسلحة الكيميائية وذلك فى أثناء حروبها أو معاركها مـــع دول أخـــرى، أو لتصفية بعض المتمردين على نظامها.

ومن أنواع تلك الأسحلة الكيميائية :

- غازات الأعصاب ، كالزارين
- الغازات الكاوية مثل ، الخردل (غاز حارق)
- غازات الدم ، مثل : حمض الهيدروسيانيك
- الغازات الخانقة ، مثل : الفوسجين
- الغازات المقيئة ، مثل : الأدمسيت
- الغازات المسيلة للدموع ، مثل : الكلوروواسيتومنيتون
- غازات الهلوسة

وهذه الغازات قاتلة أو تعمل على شل القدرة . وتستمر هذه الغازات فى الجو لمدة زمنية معينة . فغازات الأعصاب تستمر من (12) ساعة إلـــى عدة أيام . والغازات الأخرى تبقى من عدة دقائق إلى بضع ساعات .

كذلك، فإن أبخرة غاز سيانيد الهيدروجين سامة جداً ، ولها تأثيرات مباشرة على أنزيمات التنفس بالذات ، مما يؤدى إلى مــوت الخليــة فــى النهاية . وتعدّ هذه الأبخرة السامة متلفة للجهاز التنفسى .

السلوكيات الخاطئة :

مما لا شك فيه ، أن الكثير من الممارســات والسـلوكيات الخاطئــة الصادرة عن العديد من الأشخاص تؤدى إلى تلوث الهواء بالدرجــة التــى تسبب الأذى والضرر للإنسان نفسه وللكائنات الحية التى تشــاركه الحيــاة على سطح هذه الأرض .

ومن أهم السلوكيات والممارسات الخاطئة الصادرة عــن الإنســان ونشاطاته، والتى تسبب تلوث الهواء :

- التلوث الناتج عن حرق المخلفات والقمامة
- التلوث الناتج عن تدخين التبغ
- تلوث الهواء الناجم عن ملطفــات الجــو والمعطــرات والمبيــدات الحشرية المنزلية
- الإستخدام الخاطىء للمخلفات
- تلوث الهواء الناجم عن استخدام وسائل التدفئة

تصنيف الملوثات طبقاً لحالتها الفيزيائية

تقســـم الملوثات الهوائيــة طبقاً لخواصها الفيزيائية إلى ملوثــات صلبة وسائلة وغازية.

وسوف نتناول هذه الأقسام بشئ من التفصيل:

أولاً - الملوثات السائلة والغازية

وتشمل عديد من المركبات التى تختلط بمكونات الهواء . وتختلف هذه الملوثات فى تركيزها ونوعيتها وتركيبها الكيميائى بإختلاف مصادرها .

وتقدر ملوثات الهواء الغازية بنحو (90%) من مجموع الملوثات التى تقذف إلى الهواء الجوى . وأهم هذه الملوثات:

1 - أول أكسيد الكربون (CO)

يوجد غاز أول أكسيد الكربون (CO) فى الهواء الجوى بنسبة (0.00001) حجماً. وهى نسبة صغيرة وضئيلة جداً بمقارنتها بنسب وجود الغازات الأخرى، مثل : الأكسجين والنيتروجين.

وتعدّ عمليات الإحتراق هى المصدر الرئيسى لغاز (CO) المتسرب إلى الهواء الجوى، وفيها يتأكسد الكربون جزئياً إلى أول أكسيد الكربون بدلاً من الأكسدة الكاملة إلى ثانى أكسيد الكربون (CO_2).

وتقدر كمية الغاز التى تنطلق إلى الجو بسبب إستعمال وسائل المواصلات المختلفة بحوالى (75%) من كمية الغاز المنطلقة بسبب النشاطات البشرية. كما تسهم حرائق الغابات والمزارع ومخلفات الفحم بنسبة (11.5%) . كذلك ، تسهم عمليات التخلص من النقايات الصلبة عن طريق الحرق بحوالى(5%) . بينما تسهم عمليات توليد الكهرباء (من حرق الفحم والبترول والغاز) بنسبة ضئيلة نسبياً تصل إلى حوالى (0.5%).

ويوضح الجدول (4) المصادر المختلفة لغاز أول أكسيد الكربون ونسبة كل منها.

وعلى الرغم من الكميات الهائلة لأول أكسيد الكربون التى تنطلق إلى الهواء الجوى فى كل عام ، إلا أن التركيز العام للغاز فوق سطح الأرض يكاد يكون ثابتاً . ويرجع ثبات تركيز غاز (CO) فى الجو إلى أن هناك

جدول (٤) : مصادر غاز أول أكسيد الكربون (CO) فى الهواء الجوى

م	المصدر	نسبة غاز (CO) المنسابة فى الجو (%)
١	تأكسد غاز الميثان	77.6
٢	نمو وتحلل الكلوروفيل	2.6
٣	الطحالب والأحياء الأخرى	3.9
٤	مصادر طبيعية مختلفة	6.5
٥	النشاطات البشرية	9.4

أنواعاً عديدة من التربة لها القدرة على إمتصاص الغاز من الجو. وعملية الإمتصاص هى عملية بيولوجية فى طبيعتها، والعامل النشط لهذه العملية هو (14) نوعاً من الفطريات. وتبلغ سعة إمتصاص هذه التربة للغاز حوالى ثلاثة أضعاف الكمية التى تدخل إلى الجو سنوياً. وعلى الرغم من ذلك، فإن تركيز الغاز لا يتناقص بسبب هذه النوعية من التربة. ويرجع ذلك إلى أن إنتشار هذه الأنواع من التربة ليس منتظماً على سطح الأرض، كما أن الأماكن التى تنتج الغاز بكميات كبيرة تفتقر إلى هذه النوعية من التربة.

ولقد تم تتبع أول أكسيد الكربون لبضع سنوات فى الأماكن المأهولة، وأوضحت البيانات أنا لمتوسط على جانب الطرق فى شوارع خمس مدن

كبرى خلال ثلاث سنوات (1964-1966) بلغ (7.3) جم/ م، كان الحد الأدنى (6.7) جم/م، والحد الأعلى (7.9) جم/م ، بينما وصل التركيز – فى بعض الحالات – إلى (100) جم/م، وخاصة بجوار مناطق حركة المرور الثقيلة فى الأماكن المحصورة.

ويظهر إرتباط تركيز غاز (CO) بحركة المرور فى دراسة تمت فى مدينة نيويورك فى عام (1967). ففى موقع بأحد شوارع ظل مستوى الغاز من التاسعة صباحاً حتى السابعة مساءاً عند (15) جم/م. ولكنه بين الساعة الواحدة والثانية صباحاً، إنخفض المستوى إلى (2.1) حم/م.

الآثار السلبية لغاز CO

أ – على الإنسان

يتحد غاز (CO) مع مادة الهيموجلوبين المتواجدة فى خلايا الدم الحمراء بدرجة أعلى بكثير من قابلية إتحاد هذه المادة مع غاز الأكسجين (قابلية إتحاد الهيموجلوبين بغاز CO تفوق إتحادها بغاز الأكسجين بحوالى 300 مرة). ويؤدى ذلك إلى منع توصيل الأكسجين بالكميات اللازمة والضرورية من خلال مادة الهيموجلوبين إلى أنسجة الجسم وخلايا المخ.

ولهذا، فإن وجود غاز (CO) فى الهواء بنسبة صغيرة يؤدى إلى شعور الإنسان بالصداع والإرهاق وإنخفاض القدرة الذهنية. وفى حالة زيادة نسبة (CO) فى الهواء الجوى إلى حوالى (3500) جزء فى المليون (0.35%)، فإن ذلك يؤدى إلى الإختناق.

ويوضح الجدول(٥) التأثير الصحى لكمية (CO) فى هيموجلوبين الدم.

جدول (٥) التأثير الصحى لكمية (CO) فى الدم

م	نسبة (CO) فى الدم	التأثير الصحى
١	أقل من (0.1%)	١- لا شـــــــئ
٢	أقل من (0.1-2%)	*بعض التأثيرات السلوكية*
٣	أقل من (% 5-2)	*- تأثيرات على الجهاز العصبى* *- إضعاف فى حدة الرؤية وفى حدة الوضوح*
٤	أقل من (5-10%)	*تغيرات فى وظائف القلب والرئتين*
٥	أقل من (10-80%)	*صداع - تعب - خمول ونعاس - غيبوبة*
٦	أقل من (90%)	*عطل فى التنفس - حدوث الوفاة*

ب - على النبات

يعتمد التأثير الناتج عن الغاز على تركيزه فى الهواء المحيط. ولـم يلاحظ أى تأثير للغاز على النباتات والأعشاب حتى عنـدما يبلـغ مسـتوى تركيزه (100) جزء فى المليون. ولكن التأثير على الإنسان أكثر حدة عنـد تراكيز تقل بكثير عن هذا الرقم، كما أوضحنا سابقاً.

٢- أكاسيد النيتروجين (NO_X)

تحتوى لأغلب أنواع الوقود على نسبة صغيرة من بعض المركبـات العضوية المحتوية على النيتروجين فى تركيبها . وعند إحتراق هذا الوقـود تتأكسد هذه المركبات النيتروجينية ، ويتحد ما بهـا مـن نيتـروجين مـع

أكسجين الهواء مكوناً مجموعة من الأكاسيد، أهمها: أول أكسيد النيتروجين (NO) الذى يتحول فى الهواء إلى ثانى أ:سيد النيتروجين (NO_2).

وأكاسيد النيتروجين بأنواعها المختلفـة (NO_2, NO, N_2O) هـى أكاسيد حمضية، تكوّن عند إتحادها مع الماء حمضاً قوياً هو حمض النيتريك (HNO_3).

وتنبعث هذه الأكاسيد إلى الجو، إما من مصادر طبيعية وإمـا بفعـل النشاطات البشرية المختلفة، فغاز (N_2O) الموجود بالجو مصادره الطبيعية، أما غاز (NO) فينتج من مصادر طبيعية بنسبة (80%)، فـى حـين تعـدّ النشاطات البشرية هى مصدر نسبة الـ (20%) الباقية. ولكـن، بالنسـبة لغاز (NO_2) فإن مصادره الرئيسية هى النشاطات البشرية المختلفة.

وعلى الرغم من أن كميات غازات (NO_X) التى تنتج من المصـادر الطبيعية تعادل ثلاثة أضعاف ما تنتجه النشاطات البشرية، إلا أنه لا توجـد تأثيرات مباشرة لهذه الغازات. ويرجع ذلك إلى بطء إنتاجها وإنبعاثها، ممـا يجعل عملية الإنتشار الطبيعى كفيلة بتخفيـف تركيزهـا، وبالتـالى تقليـل تأثيراتها الضارة على البيئة. فى حين أن الأنشطة البشرية تنتج كميات من تلك الغازات وفى حيز ضيق، مما يؤدى إلى تركيزات محلية وعالية. وهـذا ما يجعلها ذات تأثيرات ملوثة وضارة بالبيئة.

ويوضح الجدول (٦) أهم مصادر إنبعاث غازات (NO_X) ، التى ترجع للأنشطة البشرية.

جدول (٦) :أهم مصادر إنبعاث غازات (NO_X) التى ترجع للأنشطة البشرية

م	المصدر	نسبة غازات (NO_X) (%)
١	وسائل المواصلات	51.5
٢	إحتراق الوقود وتوليد الكهرباء	44.1
٣	العمليات الصناعية المختلفة	0.9
٤	الحرائق فى الغابات والمزارع	1.8
٥	التخلص من النفايات الصلبة	1.7

وعلى الرغم من أن الكمية الكلية لغـازات (NO_X) المنبعثـة إلـى الهواء الجوى حوالى (1/6) كمية غاز (CO) المنبعثة فـى الجـو، إلا أن مصادر غازات (NO_X) تبلغ (22) ضعف مصادر غاز (CO).

كذلك، فإن غازات (NO_X) تدخل فى تفاعلات كيميائيـة وفـى دورة كيميائية تحت تأثير الضوء وفى وجود الهيدروكربونات، وينتج عنها مصادر تلوث كثيرة شديدة الخطورة على الصحة والبيئة، والتى تسبب ما يعرف بـ "الدخان الضوء – كيميائيى".

أكاسيد النيتروجين وطبقة الأوزون

يتكون الأوزون (O_3) من جزيئات الأكسجين، وذلك عندما تمر فيهـا الأشعة فوق البنفسجية الواردة من الشمس، فتنحل بعض جزيئات الأكسجين بتأثير هذه الأشعة إلى ذرات أكسجين نشطة، لا تستطيع البقاء منفـردة بـل تتحد سريعاً مع بعضها البعض مكونة جزيئات ثلاثية الذرة، هـى جزيئـات الأوزون (O_3)، طبقاً للمعادلات الآتية :

$$O_2 \xrightarrow{\text{الأشعة فوق البنفسجية}} O + O$$ (أكسجين ذرى نشط)

$$O_2 + O \longrightarrow O_3$$ (غاز الأوزون)

وتلعب طبقة الأوزون التى تتكون دوراً مهماً بالنسبة للحياة على سطح الأرض . وتمثل طبقة الأوزن درعاً واقياً يحمى الكائنات الحية التى تعيش على سطح الأرض من أخطار وأضرار الأشعة فوق البنفسجية . حيث يؤدى النقص فى تركيز طبقة الأوزون إلى وصول شدة أكبر من هذه الأشعة، مما قد يسبب للكائنات الحية حروقاً شمسية وبعض سرطانات الجلد. وقد يؤدى إلى تغيير فى بعض العوامل الوراثية للكائنات، وقد يؤثر أيضاً فى عمليات التخليق الضوئى، وقد تتسبب في حدوث الدمار البيولوجي.

وعندما يصطدم أحد جزيئات أكسيد النيتريك (NO) ، مثلاً ، مع جزئ من الأوزون (O_3) ، ينحل جزئ الأوزون مكوناً جزيئاً من الأكسجين (O_2) وآخر من ثانى أكسيد النيتروجين (NO_2) ، طبقاً للمعادلة التالية :

$$NO + O_3 \longrightarrow O_2 + NO_2$$

وكما هو واضح ، فإن هذا التفاعل لا ينتج عنه إختفاء أكاسيد النيتروجين، ولكنه يؤدى فقط إلى إختفاء جزيئات الأوزون ، مما يؤدى إلى مزيد من الضرر لطبقة الأوزون .

التأثيرات البيئية لغازات (NOX) :

يعدّ غاز ثانى أكسيد النيتروجين (NO_2) أكثر سمية، لأنه يتحول بواسطة الرطوبة إلى حمض النيتريك (HNO_3)، الذى يؤدى إستنشاقه إلى أضرار كبيرة للرئة والجهاز التنفسى.

$$4NO_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$$

كما أن وجود هذا الحمض يساعد – إلى جانب ثانى وثالث أكاسيد الكبريت – على زيادة أضرار الأمطار الحمضية.

ومن جهة أخرى ، تتفكك أكاسيد النيتروجين فى وجود الأكسجين والضوء ، وينتج عن ذلك تكون غاز الأوزون ، كما أوضحنا ذلك سابقاً . ولهذا الغاز أضرار بالغة على الجهاز التنفسى ، ويؤدى إلى تلف أنسجة الرئة ، كما يسبب إلتهاب الأنف والعينين . ولهذا ، فإن الحد الأقصى المسموح به من ذلك الغاز لا يتجاوز (0.1) جزء فى المليون .

وثانى أكسيد النيتروجين (NO_2) ماص قوى للأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس ، وحافز للتفاعلات الكيميائية الضوئية المكونة للضباب المحمل بالدخان فى الأجواء الملوثة . كذلك ، يمكن للغاز أن يتحد مع بخار الماء مكوناً حمض النيتريك (HNO_3) – كما أشرنا سابقاً – الذى يتفاعل بدوره مع الأمونيا أو الجسيمات الموجودة فى الهواء مكوناً أملاح النترات ، مثل : نترات الأمونيا (NH_4NO_2) . ولا يتفاعل كل أكاسيد النيتروجين كيميائياً ضوئياً، ولكن (NO_2) الذى لا يتفاعل يتحول فى النهاية إلى "أيروسول"، وهى مواد تترسب من الهواء أو تزول مع المطر.

٣ – أكاسيد الكبريت (SOX)

تعدّ أكسيد الكبريت : SO_3 , SO_2 ، أحد مصادر التلوث التى تنبعث إلى الهواء الجوى . وعلى الرغم من نسبة (SO_X) الموجودة فى الهواء الجوى ضئيلة نسبياً إذا ما قورنت ببعض الأنواع الأخرى من الغازات ، إلا أن تأثيراتها الضارة كثيرة ومباشرة الأثر على الإنسان .

ولقد وجد أن حوالى (87%) من غاز (SO_X) المنبعثة إلــى الجــو يرجع إلى إحتراق الفحم، حيث إن الفحم الحجرى يحوى ما بــين (0.2%) إلى (7%) من وزنه كبريت.

ويمثل غاز ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) الجزء الأكبر مــن غــازات (SO_X)، والجزء الباقى هو غاز ثالث أكسيد الكبريت (SO_3). وقد وجد أن إلب غاز (SO_2) الناتج من المصادر الطبيعية يأتى من أكسدة غازكبريتيــد الهيدروجين (H_2S)، الذى يتكون من تحلل المواد العضوية، أو كأحد نواتج البراكين النشطة، مثل : بركان "إتنا" فى إيطاليا، والذى ينفث فى الهواء قدراً كبيراً من غاز (SO_2).

أما غاز (SO_2) المتكون بفعل النشاطات البشرية، فإنه يــأتى مــن إحتراق الفحم بصفة أساسية. بالإضافة إلى كميات ضئيلة تنتج كناتج ثانوى لعمليات صناعية مختلفة، مثل: عمليات إستخلاص النحاس من خامة كبريتيد النحاس، وصناعة حمض الكبريتيك، وعمليات تكرير البترول .

وغاز حمضى ويكون مع الماء حمضاً قوياً هو حمــض الكبريتيــك (H_2SO_4). كما يمكن أن يتفاعل حمض الكبريتيك معطياً أملاح الكبريتات ، مثل : كبريتات الأمونيوم ، ويوجد كل من حمض الكبريتيك وأملاح الكبريتات المتكونة بهذه الكيفية فى الهواء على هيئة (أيروسولات).

أكاسيد الكبريت .. والأمطار الحمضية

غاز (SO_2) عند تصاعده إلى طبقات الجو العليا، فإنــه يتحــد مــع أكسجين الهواء فى وجود ضوء الشمس مكوناً أكسيداً آخــر مــن أكاســيد

الكبريت، يعرف بإسم ثالث أكسيد الكبريت (SO_3)، الذى يتحد مع بخار الماء مكوناً حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

$$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

وعندما يكون الجو جافاً ، فإن هذا الحمض قد يظهر فى الهواء على هيئة رزاز . وقد يتحد هذا الحمض مع بعض النوشادر، التى قد توجد فى الهواء مكوناً ملحياً من أملاحه يعرف بإسم "كبريتات النوشادر" [$(NH_4)_2 . SO_4$].

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2 SO_4$$

ويبقى هذا الملح أيضاً معلقاً فى الهواء على هيئة ضباب رقيق فى الجو الجاف وفى الهواء الساكن . ويعرف ذلك جيداً بعض سكان المناطق الصناعية فى إنجلترا، وفى غيرها من البلدان الصناعية . ومثل هذا الضباب يسبب ضيقاً فى التنفس ، كما يحدث إلتهاباً فى العيون.

وعندما يصبح الجو مهيئاً لسقوط الأمطار ، فإن هذا الحمض وملحه النوشادرى يذوبان فى ماء المطر، الذى يسقط على سطح الأرض على هيئة مطر حمضى .

وفى كثير من الأحيان تسبب الأمطار الحمضية بعض الأضرار للتربة، خاصة عندما تكون هذه التربة جيرية. فالأمطار الحمضية تذيب الطبقة السطحية من هذه التربة، وتحمل قدراً من عنصر الكالسيوم الموجود فى التربة الجيرية إلى الأنهار والبحيرات وبذلك فهى تحدث نحراً فى هذه التربة، كما أنها ترفع من تركيز الكالسيوم فى المجارى المائية الطبيعية.

الآثار الضارة لأكاسيد الكبريت :

يعدّ غاز (SO_2) ملوثاً لا يقل خطوره عن غاز(CO)، فهو يساهم فـــى زيادة أمراض الجهازالتنفسى، والألم الصدرى، وإلتهاب القصبات والضـــيق فى التنفس، ويعدّ مسئولاً – إلى حدٍ ما – عن زيادة معدلات الربو المـــزمن والإلتهاب الرئوى.

كذلك، وجد أن لغاز (SO_2) تأثيرات مختلفة على النبات. فهو يزيـــل اللون الأخضر لورقة النبات، حيث يتحول لونها بالتدريج من الأخضر إلـــى الأصفر. كما ينخفض معدل البناء الضوئى بدرجة كبيرة قد تصل إلى مرحلة التوقف.

وكما ذكرنا سابقاً، فإن حمض الكبريتيك إضافة إلى حمض النيتريـــك يكونان ما يسمى بـــ "الأمطار الحمضية"، والتى أصبحت من أكبـــر مشـــاكل التلوث التى تقلق الدول.

فقد أدت الأمطار الحمضـــية إلى تغيير الـــرقم الهيـــدروجينى لميـــاه الأنهار والبحيرات . وقد إنعكس هذا التغيير فى موت كثيـــر مـــن النباتـــات والحيوانات المائية ، هذا بالإضافة إلى تخريب الآثـــار التاريخيـــة ، ونحـــر التربة وتجريفها .

٤– الهيدروكربونات

يعدّ البترول ومشتقاته ، مثل : البنزين المصدر الرئيســـى لإطـــلاق الهيدروكربونات إلى الهواء الجوى . ويتم ذلك فى كل من عمليات التبخيـــر والإحتراق الداخلى ، التى تتكون عوادمهـــا مـــن الهيـــدروكربونات غيـــر المحترقة (غير المؤكسدة) ، وغير كاملة الإحتراق . ويوضح الجـــدول (٧) أهم مصادر إنبعاث الهيدروكربونات نتيجة النشاطات البشرية.

جدول (٧) : أهم مصادر إنبعاث الهيدروكربونات بسبب النشاطات البشرية

م	مصدر إنبعاث الهيدروكربونات	النسبة(%)
١	وسائل المواصلات	56.2
٢	العمليات الصناعية (تكرير البترول – إسالة الغاز الطبيعى – صناعة النوشادر – صناعة الكربون الأسود)	15.8
٣	حرائق الغابات	20.5
٤	التخلص من النفايات الصلبة (عن طريق الحرق)	5.8
٥	إستعمالات الوقود فى توريد الكهرباء	1.7

الآثار الضارة للهيدروكربونات :

يمتص غاز ثانى أكسيد النيتروجين (NO_2) الأشعة فوق البنفسجية من الشمس، ويتكسر إلى (NO) والأكجسين الذرى (O).

$$NO_2 \xrightarrow{\text{الأشعة فوق البنفسجية}} NO + O$$

ثم يتفاعل الأكسجين الذرى مع جزيئات الأكسجين مكوناً الأوزون (O_3)، والذى يتفاعل بدوره مع أكسيد النيتروجين مكوناً ثانى أكسيد النيتروجين والأكسجين الجزيئى.

$$O + O_2 \longrightarrow O_3$$

$$O_3 + NO \longrightarrow NO_2 + O_2$$

ويتفاعل الأكسجين الذرى مع الهديوكربونات النشطة، ويتكون ما يعرف كيميائياً بـ "الشق" (Radical). ويأخذ "الشق" دوره فى سلسلة من التفاعلات التى ينتج عنها شقوق أكثر مع الأكسجين الجزيئى

والهيدروكربونات وأكسيد النيتروجين. ويبدأ الأوزون (O_3) فـى التـراكم، والتفاعل مع الهيدروكربونات مكوناً مـواد ملوثـة ثانويـة، ومـن بينهـا الفورمالدهيد وغيره من الألدهيدات والكتيونات. وفى وجود ثـانى أكسـيد الكبريت تتكون أيضاً "الأيروسولات".

٥- غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2)

يعدّ غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2) أحد الملوثات التى تلعـب دوراً مهماً فى لتغيرات المناخية التى تسود الجو فى أيامنا الحالية.

ويتمثل المصدر الرئيسى لغاز (CO_2) الجوى فى عمليات إحتـراق الوقود بمختلف أشكاله، وفى شتى مجالات إستخدامه. بجانب ما ينتج أيضـاً من كميات منـه بفعـل تحلل العناصر الحيويـة فى التربة، وما تطلقـه البـراكين فـى أثنـاء ثورانها، إذ يمثـل هـذا الغاز نسبة (14%) من مجمل الغازات المندفعة إلى الجو فى أثناء ثورة البركان.



(شكل 3- 4)
عمليات احتراق الغاز أو القطران تؤدي إلى انتشار كم هائل من غاز ثانى أكسيد الكربون والغازات الملوثة

ومما لا شك فيه أن نسبة غاز (CO_2) أصبحت فى إزدياد مضطرد نتيجـة الزيادة المطردة فى إستهلاك الوقـود. كمـا أن لنشـاطات الإنسـان وممارساته وسلوكياته – والتى تتمثل فى الرعى الجـائر وقطـع الأشـجار

والقضاء على الغابات بهدف الإستفادة من أخشابها – أكبر الأثر فـــى رفـــع معدلات وزيادة تركيزات ذلك الغاز فى الجو.

وتؤدى زيادة كمية (تركيز) غاز (CO_2) فى الجـــو إلـــى إرتفـــاع درجـــة الحرارة. وقد أدت الزيادة فى تركيز غاز (CO_2) فى الجو فى خلال الأربعين سنة الماضية إلى إرتفاع فى درجة الحرارة قدره (0.02) درجة مئويـــــــة سنويـــــاً، مما أحـــــدث تغيرات فى درجة الحرارة بالزيادة وصـــلت إلـــى حوالى (0.5-0.6) درجة مئوية عما كانت عليه من قبـــــل.

ومن الظواهر التى تصاحب تزايد كميات (CO_2) فى الجو ظاهرة ما يعرف بـــ "البيت الزجاجى". وفعل غاز (CO_2) يشبه عمل الزجاج فى البيت الدافئ، الذى يمرر أشعة الشمس ولا يسمح بمرور الأشعة تحت الحمـــراء. ففى البيت الزجاجى الدافئ تمتص النباتات أشـــعة الشـــمس المـــارة عبـــر الزجاج، ثم تعيد إطلاق جزء مما إمتصها كأشعة تحت حمراء لا تقدر علـــى النفاذ إلى الخارج. لذلك، فهذه الأشعة المحتجزة ترفع درجة الحرارة داخـــل البيت الزجاجى عن محيطه. ونفس الظاهرة تفسر إرتفاع درجـــة الحـــرارة داخل السيارة إذا كانت مقفلة الأبواب والنوافذ ومعرضـــة لأشـــعة الشـــمس الساطعة. ويوضح الجدول (٨) معدلات الزيادة فى درجة الحرارة المصاحبة لزيادة كميات ثانى أكسيد الكربون المنبعثة إلى الجو نتيجة إحتراق الوقود.

جدول (٨): معدلات الزيادة فى درجة الحرارة المصاحبة للزيادة فى كميات غاز (CO_2) المنبعثة إلى الجو

السنة	تركيز (CO_2) فى الجو (جزء من المليون)	تزايد درجة الحرارة (م°)
1900	295	0.02
1910	297	0.04
1920	299	0.07
1930	302	0.09
1940	305	0.11
1950	309	0.15
1960	314	0.21
1970	322	0.29
1980	335	0.42
1990	351	0.58
2000	373	0.80
2010	403	1.10

ثانياً : الملوثات الصلبة

الملوثات الصبة .. هى ما يحمله الهواء من دقـائق صـلبة لمـواد مختلفة تشكل مع الهواء ما يعرف بـ "الغبار".

وتختلف هذه الملوثات فى نوعها بإختلاف مصدرها، كمـا تختلـف أيضاً فى حجم ذراتها، وفى تأثيراتها المختلفة على البيئة.

ويصنف الغبـار – إستناداً إلى إحتوائه مواد سامة أو خلوه منهـا – لنوعيـن، هما :

النوع الأول : **غبار يحتوى على مواد سامة ونشطة حيوياً، وتشمل هذه المواد المعادن الثقيلة وغيرها من مواد نشطة، مثل: الزرنيخ، والمنجنيز، والرصاص، والسيانيد، والزئبق والمواد المشعة.**

النوع الثانى : **وهو الغبار الذى لا يحتوى على مواد سامة، ولكنه قد يترك آثاره على الإنسان وجسده. ومن أمثلة هذا النوع:**

١- غبار يسبب تليف الأنسجة، ويتكون من المواد التى تسبب التليف. ومن أمثلتها : الأسبستوس (Asbestos)، وذرات الفحم الأسود، والجرافيت، وذرات الفولاذ (الحديد) الناتجة عن عمليات التجلية.

٢- غبار يحتوى على مكونات تسبب الحساسية. ومن أمثلتها: القطن، والقنب، والصوف، والجير المحروق.

٣- غبار لا يسبب أى من الآثار السابقة، كالرمل وغيره.

وتعتمد كمية الغبار فى الجو على عدة عوامل، منها :

- **سرعة الرياح**
- **درجة الرطوبة**
- **كمية الغبار السطحى**
- **كثافة مصادر الغبار الطبيعية**

ويقدر متوسط تركيز الغبار (بالوزن) فى الهواء غير الملوث بحوالى (20) ميكروجراماً فى المتر المكعب من الهواء.

الجسيمات (الهباء) فى الهواء

الجسيمات – سواء أكانت سائلة أم صلبة – هى مواد بالغة التعقيد، كما أنها تعدّ من أكثر ملوثات الهواء إنتشاراً. وهى تتولد من مصادر متعددة. فما ينتج منها من عمليات ميكانيكية كالتجليخ والرش، لا يزيد قطر الجسيم على (10) ميكرونات. والجسيمات من ميكرون واحد إلى (10) ميكرونات عديدة فى الجو، وتمثل عادة أثقل أنواع الغبار وزناً. وتشمل كذلك الأتربة الصناعية والرماد، وما شابه ذلك.

وتشترك الجسيمات على إختلاف أنواعها وحجومها فى مجموعة من الخواص الفيزيائية. فهى تنمو بالتكثيف وتمتص أو تمتز الأبخرة والغازات، وتتجمد أو تنتشر، كما أنها تمتص الضوء أو تشتته. وقد تتفاعل الجسيمات كيميائياً مع بعضها بعضاً فى الهواء، نظراً لتصادمها بعضها ببعض بكثرة.

وفى العادة تظل الجسيمات المتولدة فى جو المدن محمولة فى الهواء لعدة أيام قليلة فقط، وإن كانت قد تظل محمولة فى الهواء – تبعاً لحجمها – لمدة أسابيع. ويمنع الترسيب بفعل الجاذبية للجسيمات الأكبر، كالرماد المتطاير والتراب من الأبتعاد عن مصادرها. وإن كانت المصادر الكبيرة كالبراكين الثائرة والإنفجارات النووية وحرائق الغابات، قد وتولد جسيمات تطوف حول العالم.

مصادر الهباء

كما ذكرنا، فإن الهباء يشمل جميع المعلقات الصلبة والدخان والغبار (التراب) والأبخرة والضباب. كذلك، تعدّ الأجسام الحية المعلقة، مثل: البكتيريا والفطر والعفن من أنواع الهباء.

وتعدّ المصادر الطبيعية، مثل : الزلازل والبراكين والرياح والحرائق الطبيعية للغابات هى المصدر الرئيسى للهباء فى الجو، فهى تبث حوالى (80%) من مجمل الهباء الجوى فى العالم، فى حين أن المصادر البشرية تبث فقط نسبة الـ (20%) المتبقية.

ويمكن تقسيم المصادر البشرية للهباء إلى قسمين، وهما :

١- مصادر مباشرة : كنواتج إحتراق الوقود فى محطات توليد الكهرباء أو وسائل المواصلات المختلفة وغيرها.

٢- مصادر غير مباشرة : حيث تتحول بعض الملوثات إلى هباء ومن أمثلة ذلك: تكون الكبريتات من غاز (SO_2). وتكون النيترات من الأكاسيد النيتروجينية (NO_X) وتكون الكربونات منن غاز (SO_2).

ويوضح الجدول (٩) المصادر الرئيسية للهباء الناتج عن نشاطات بشرية.

جدول (٩): المصادر الرئيسية للهباء الناتج عن نشاطات بشرية

م	المصدر	النسبة (%)
١	العمليات الصناعية	50.0
٢	إحتراق الوقود (من المصادر الثابتة)	26.0
٣	حرائق الغابات	15.0
٤	التخلص من النفايات	5.4
٥	وسائل المواصلات والنقل	2.7

أثر الهباء على البيئة

من الناحية البيئية، فإن الهباء يؤثر على الإنسان والحيوان والنبات بطريقة مباشرة وغير مباشرة.

١- أثر الهباء على الإنسان

يتركز ضرر الهباء على الإنسان فى تأثيره على الجهـاز التنفسى بصورة خاصة، وإعتماداً على حجم الجسيمات المتطايرة ونوعها، فقد يؤدى ذلك إلى إصابة الإنسان بسرطان الرئة.

٢- أثر الهباء على الحيوان

قد يؤثر الهباء على الحيوان بطريقة مباشرة من خـلال إستنشـاقه للأتربة الموجودة فى البيئة المحيطة، أو بطريقة غير مباشرة نتيجة تغذيـة هذه الحيوانات على بعض النباتات الملوثة بكيماويات سـامة تضـر هـذه الحيوانات، مما يؤدى إلى إصابتها بالعديد من الأمراض. وهذا بدوره يؤدى إلى نقص إنتاجها من الألبان، وضعف بنيتها، مما يؤدى إلى تدهور كميـات اللحوم التى تمدنا بها هذه الحيوانات.

وفى أحيان كثيرة، فإن غذاء الحيوان الملوث بالكيماويات والمـواد السامة قد يؤدى إلى نفوق أعداد كبيرة من تلك الحيوانات.

٣- أثر الهباء على النبات

لقد وجد أن الهباء، وبصورة رئيسية التـراب يتجمـع فـوق أوراق النبات ويتراكـم عليها. وبالتالى فهو يسد الثغور المنتشرة على سـطح الأوراق مما يؤثر على عملية التمثيل الغذائى الضوئى للنبـات ويضـعفها. وينعكس هذا على النبات فى صورة ضمور فى بعـض أجزائـه وإصـفرار أوراقه. كما أنه قد يؤثر على عملية التزهير أو الإثمار فى تلك النباتات. بل وفى بعض الأحيان قد يؤدى إلى هلاكها.

الباب السادس

تلوث التربة

يتكون الجزء اليابس لسطح الأرض من ثلاثة أجزاء هي التربة و الصخور والكائنات الحية. والتربة تمثل حوالي ٨٠% من اليابسة وهي الطبقة الرقيقة المفككة التي تتكون من مواد ذات حجم دقيق و مساحة سطح كبيرة وهي الأكثر تعرضا للماء و الهواء و العوامل البيئية. لذلك فإن كيمياء الجزء اليابس من الأرض يرتبط بدرجة كبيرة بكيمياء التربة التي تؤثر على طبيعة و كمية العناصر التي تنقل من التربة أو إليها.

وحيث أن التربة هي حلقة الوصل بين الغلاف المائي و الغلاف الجوي وهى الوسط الأساسى لنمو النباتات التي يتغذى عليها الانسان والحيوان (أكثر من ٩٥ %من غذائنا يأتى من ا لتربة) وهي المكان الذى يعيش عليه الإنسان ويمارس انشطته المختلفه. فإن تلوث التربه يؤثر بطريقه مباشره أو غير مباشره على الانسان والحيوان ويؤدى إلى اختلال التوازن في معظم الانظمه البيئيه الأخرى.

لذلك فإن مشكلة تلوث التربة من المشاكل الاساسيه التي يجب دراستها وإدارتها من قبل حكومات الدول فضلا عن العلماء والباحثين خصوصا وأنها تزداد يوما بعد يوم وتتنوع بإختلاف المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية التي يستخدمها الإنسان في التربة.

مكونات التربة: (Soil Components)

يرتبط تلوث التربه إرتباطا كبيرا بمكوناتها. وتتكون التربة من خمسة عناصر اساسية هى الهواء والماء والكائنات الحية و المواد المعدنية (الطفلة والرمل والطمى) والمواد العضوية. وحيث ان الطفلة والمواد العضوية من أهم مكونات التربة فسوف نتحدث عنهما باختصار كما يلي:

أولاً تكوين الطفلة (Clay):

تتكون الطفلة أساسا من سليكات الألومنيوم التى تحتوى على كميات مختلفة من عناصرغذاء النبات مثل البوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم و الحديد. وتعتبر الطفلة من المواد الأساسية التى تزيد من خصوبة التربة لأنها مركب يحمل شحنة سالبة يقوم بجذب الكاتيونات الموجبة لعناصر الغذاء المذكورة أعلاه مما يؤدى إلى زيادة نسبة توافرها فى التربة. وقد تكونت الطفلة فى التربة على مراحل زمنية مختلفة بفعل عمليات مقعدة تعرف بالتجويه (weathering). وتنقسم التجويه إلى نوعين هما التجويه الطبيعية والتجويه الكيميائية.

أ) التجويه الطبيعية (Natural Weathering):

تحدث عن طريق إذابة الجليد وتمدد الصخور بسبب إرتفاع درجات الحرارة. فقد لوحظ أن إرتفاع درجات الحرارة يؤدى إلى حدوث ضغط في الصخور ناتج عن تشققاتها التى تترسب فيها الاملاح مؤديه إلى انفلاقها وانحلالها إلى جزئيات دقيقه تتكون على أسطح الصخورتعرف بالطفلة والتى تنقل بفعل الرياح والمياه مكونه طبقة التربه. وقد تنمو النباتات على طبقة الطفلة الموجوده على أسطح الصخور نتيجة لتوفر المواد الغذائية بها. ولكن انتقال

الطفلة الى طبقة الأرض يزيد من خصوبتها و يؤدى الى زيادة معدل نمو النباتات كما يتضح من الشكل التالى.



ب)

(شكل 1- 6)
(أ) نمو النباتات على أسطح الصخور بانحلالها إلى الطفلة
(ب) تكوين التربه بانتقال الطفلة أدى إلى زيادة معدل نمو النباتات

التجويه الكيميائيه (Chemical Weathering)

اثناء حدوث التجويه الطبيعيه للصخور فإن هناك عدة تفاعلات كيميائيه تحدث إما بفعل البكتريا والطحالب أو بدونهما مؤديه ايضا إلى تفتت الصخور لتكون طبقة التربه وهو ما يعرف بالتجويه الكيميائيه وهناك ثلاثة انواع من هذه التفاعلات هي التحلل المائي (Hydrolysis) وهو الذي

يكون فيه الماء متفاعل أساسى وفيه يتم تحلل الصخر الناري (أرثوكلاس) إلى طفلة مشبعة بالمواد المعدنية.

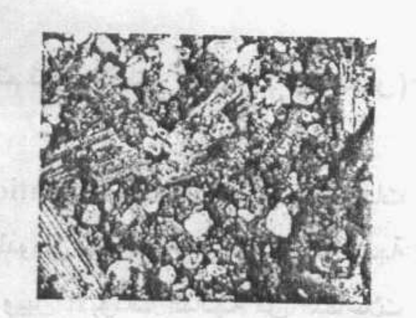
وتفاعلات المرتبطات (المخلبية) (Chelation) وفيها يتم تكوين مركبات عضوية معقدة لها قدرة كبيرة على الذوبان في الماء وقد تكونت نتيجة التفاعل بين فلزى الألومنيوم أو الحديد وبين الأيونات الناتجة من التفاعلات البيولوجية المرتبطة بتحليل النباتات والميكروبات.

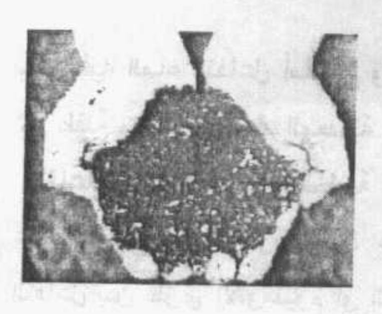
وتفاعلات الأكسدة والاختزال وفيها يتم فقد أو اكتساب لإلكترونات المعدن الموجود في الصخر ينتج عنها نوع من الطفلة.

وبذلك يتضح أن التجوية الطبيعية والكيميائية قد تحدث تلقائياً أو في تتابعات متداخلة وتؤثر في بعضها البعض مؤدية إلى تكوين مادة الطفلة التي تمثل ٩٥% من مكونات التربة.

ثانيا المواد العضوية (Organic Matter):

تمثل المواد العضوية حوالي ٥% من التربة وهى التي تكونت نتيجة لتحلل كلا من أنسجة النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة الموجودة في طبقات سطح تربة الغابات وذلك بفعل البكتريا والطحالب أو العمليات الكيميائية. وتعتبر هذه المواد العضوية من المواد الأساسية المستخدمة فى تسميد التربة. ومن الجدير بالذكر ان تربة المناطق الصحراوية تحتوي غالباً على مواد غير عضوية وذلك لعدم وجود كائنات حية قابلة للتحلل.





(شكل 2- 6)

أجزاء النباتات والحيوانات وبعض الكائنات الحية قبل تحللها في التربة

المواد العضوية المتكونة نتيجة لتحلل هذه الأجزاء

مصادر تلوث التربة:

المصادر التي ينتج عنها تلوثا للتربة كثيرة ولا يمكن حصرها ولكن من أهم هذه المصادر ما يلي:

١) العمليات الصناعية المختلفة:

إزدياد حاجة الإنسان إلى مواد جديدة في حالات مختلفة وإلى مزيد من الرفاهية في الحياة أدى إلى إنشاء المصانع المختلفة التي تستخدم في صناعات عديدة مثل الصناعات الكيماوية وعمليات تكرير زيت البترول وطرق حفظ الأخشاب وصناعتها ومحطات إمدادت الغاز والكهرباء وعمليات إستخلاص المعادن والفحم من المناجم وعمليات إلقاء النفايات وإعادة تدويرها وعمليات دابغة الجلود.

2) الأنشطة الزراعية المتنوعة:

من الأنشطة الزراعية المختلفة عمليات تخزين واستعمال الكيماويات الزراعية والمبيدات الحشرية والمحاصيل التي تستخدم لغمس المواشي لقتل الجراثيم والمخصبات الزراعية.

٣) الأنشطة المحلية والمدنية:

من هذه الأنشطة إزالة المخلفات الصلبة ومخلفات الصرف الصحي (السائلة والصلبة) ومخلفات المزارع وعوادم السيارات واستخدم المواد الكيميائية للأغراض المنزلية. واستخدام البراميل والخزانات المصنوعة من المواد المختلفة لتخزين النفايات والمواد البترولية تحت الأرض.

وتلوث التربة ينتج عن وصول المواد الكيميائية إليها من المصادر السابقة وإما عن طريق الصرف الصناعي والزراعي أو سوء استخدام الفائض من هذه المواد أو بحدوث تسرب لهذه المواد الكيميائية إلى التربة بسب الحوادث داخل المصانع أو من الخزانات الموجودة في باطن الأرض لتخزين النفايات. فعلي سبيل المثال يحدث تلوث للمياه وللتربه لكلا من الزئبق وسيانيد الصوديوم المستخدمان في استخراج الذهب من المناجم واثناء صهر المعادن تنتج ابخرة حمض الكريتوز التي تسبب سقوط الأمطار الحمضيه التي تلوث كلا من المياه والتربه. وتسرب المواد الكيميائيه أو الزيوت البتروليه من البراميل والخزانات المستخدمة لتخزين النفايات – في بعض الدول– يحدث بسبب حدوث الصدا والتآكل أو حدوث بعض الشروخ في هذه الخزانات مما يؤدى إلى تلوث التربه. وكذلك تسرب المواد الكيميائيه بالترشيح من تربه الأماكن المستخدمة كمقالب للقمامة إلى التربه المجاورة.

الأفراط في استخدام المبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية يؤدي إلى وجود فائض في التربة بواسطة النباتات يتم ترسيبة في التربة مما يؤدي إلى تلوثها.

والجدول التالي يوضح أهم مصادر التلوث وأهم الملوثات العضوية وغير العضوية الناتجة عنها:

جدول (١): أهم مصادر التلوث وأهم الملوثات العضوية وغير العضوية الناتجة عنها

المصادر الملوثة للتربة	الملوثات الناتجة
١- المركبات العضوية من البترول	بنزين – إثيل البنزين – طولين – ألكانات – ألكينات
٢- تسرب المذيبات وعوامل المنظفات الجافة	الاسيتون –ثلاثي كلورو الإيثلين الفورمالدهيد وبيركلورو الإيثلين .
٣- رشح تربة الأماكن المستخدم لمقالب الزبالة	الرصاص – الزئبق – الكروم – الكادميوم – المواد الهيدروكربونية والبكتريا .
٤- تخلل المبيدات الحشرية الزائدة إلى التربة	د .د .ت – لندان – المواد العضوية المحتوية على الكلور والمواد العضوية المحتوية على الفوسفات دايبن الحلقي .
٥- ترسيب الأتربة عن صهر المعادن وحرق الفحم .	الزنك – الكادميوم – الرصاص – الزئبق.
٦- رشح المحولات الكهربائية	٢- ثنائي الفينولات عديدة الكلور ب . س . ب (P C B_s)

من الجدول السابق يتضح أن معظم العمليات الصناعية والأنشطة اليومية التي يقوم بها الإنسان يمكن أن تتسبب في تلوث التربة إذا تمت بدون أخذ الاحتياطات اللازمة لذلك.

ملوثات التربة:

تنقسم ملوثات التربة إلى نوعين هما الملوثات غير عضوية والملوثات العضوية. وسوف نذكر بعضا من أهم هذه الملوثات:

أولاً الملوثات غير العضوية ومنها:

أ- الزرنيخ:

هو عنصر كيميائي يوجد طبيعياً في التربة. هذا العنصر نادراً ما يوجد منفرداً في الطبيعة لكن دائماً يوجد متحداً مع واحد أو أكثر من العناصر مكونا مركبات غير عضوية عندما يتحد مع الأكسجين أو الكلورين أوالكبريت ويكون مركبات عضوية عندما يتحد مع الكربون والهيدروجين وقد وجد أن مركبات الزرنيخ العضوية أقل سمومية من مركبات الغير العضوية .

إستخدامات الزرنيخ:

يستخدم الزرنيخ بنسبة ٧٤% في المواد المستخدمة في حفظ الأخشاب وبنسبة ١٩% في المنتجات الزراعية وفي الزجاج بنسبة ٣% وفي السبائك الغير معدنية بنسبة ٢%.

تأثير الزرنيخ على الإنسان:

(بالإضافة إلى ما ذكرعن أعراض التسمم بالزرنيخ في باب تلوث المياه) فإنه عند وجود الزرنيخ في التربة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة يتم امتصاصه داخل أنسجة النباتات بواسطة الجذور وبالتالي ينتقل إلى الإنسان

الذي يتغذى على هذه النباتات. وقد وجد أن مركبات الزرنيخ العضوية لا تسبب أمراض السرطان أو تعطل د . ن .أيه (D.N.A) ولكن التعرض لتركزات عالية منها قد يؤدي إلى تأثيرات صحية مختلفة مثل تلف الأعصاب وآلام بالمعدة في حين ان التعرض لمركبات الزرنيخ الغير العضوية يسبب النقص في تكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء وتهيج المعدة وتغير لون الجلد وتهيج الرئتين و التعرض لتركيزات عالية منها قد يزيد فرصة الإصابة بالسرطان .

ب- الرصاص:

(بالإضافة إلى ما ذكر عن أعراض التسمم بالرصاص في باب تلوث المياه) يوجد الرصاص طبيعياً بنسبة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٤٠ جم لكل كجم من التربة. ولكن تلوث التربة بالرصاص بالطرق المباشرة وغير مباشرة يؤدي إلى زيادة تركيز الرصاص في التربية بنسبة عالية جداً قد تصل إلى حوالي عدة آلاف من المليجرام لكل كيلوجرام من التربة وهذه نسبة عالية جداً تؤدي إلى أضرار خطيرة بصحة الإنسان. بالرغم من أن الرصاص استخدم منذ فترة طويلة على هيئة مركب رباعي إيثيل الرصاص في بنزين السيارات كمضاد للفرقعة وعلى هيئة زرنيخات الرصاص لمبيد فطري وقد تم منع استخدام هاتان المادتان الآن إلا ان هناك تركيزات عالية من الراص مازالت موجودة في التربة منذ عدة مئات السنين وحتى الأن. وهذا يعني أن سوء الاستخدام في الماضى يؤثر على الحاضر و المستقبل .

ج- النيتروجين :

النيتروجين عنصر هام جداً يدخل في كثير من المواد التي يحتاجها النبات ويساعد على القيام بالعمليات الحيوية المختلفة ومن أهم مركبات النيتروجين

أيون النترات(NO_3^-) وهو أيون يذوب في الماء بدرجة كبيرة ولكنه قليل النشاط الكيميائي لذلك فإنه محدود التأثير المباشر على صحة كلا من الإنسان والحيوان ولكن تأثير النترات يكمن في عملية اختزاله إلى أيون النتريت – بفقد ذرة أكسجين – وبالرغم من أن كمية النتريت المتكون بهذه الطريقة صغيرة إلا أن له تأثيرات شديدة على صحة الإنسان فعندما يوجد أيون النترات في جسم الإنسان فإنه يتفاعل مع هيموجلوبين الدم – الذي يحتوي على أيون الحديدوز – بطريقة ما ليكون ما يسمى بالميثموجلوبين – الذي يحتوي على أيون الحديديك. وأكسدة الحديدوز إلى حديديك تؤدي إلى عدم قيام الدم بوظيفته وهي نقل الأكسجين من الرئتين إلى أجزاء الجسم الآخرى وبذلك تؤدي إلى موت بعض الخلايا وهو ما يسمى بتسمم الدم. وزيادة تسمم الدم في الجسم يؤدي إلى وفاة الإنسان. ولا يقتصر تأثير أيون النترات على تسمم الدم فقط بل إنه يتفاعل مع الأحماض الأمينية الموجودة في جسم الإنسان مكونا مركبات تعرف بالنتروزامين التي لها تأثير سام على الجسم وممكن ان تكون ضمن الأسباب التي تؤدي إلى حدوث الأورام الخبيثة .

ومن الجدير بالذكر أن أيون النتريت يدخل إلى جسم الإنسان عن طريق مياه الشرب والأغذية المحفوظة بالإضافة إلى النباتات. ولتقليل الأخطار الناتجة عن أيون النتريت يجب التحكم في المصادر التي تؤدي إلى وجوده في البيئة مثل مياه الشرب والأغذية المحفوظة حتى يتسنى لنا الوصول إلى النسبة المقرر وجودها في جسم الإنسان والتي لا تؤدي إلى الضرر. ومن المعلوم أن هذه النسبة يمكن أن تختلف من بلد إلى بلد ومن جسم الطفل إلى جسم الإنسان البالغ ولكن في النهاية لا تسبب تأثيراً على صحة الإنسان والحيوان. وكما يتضح من الجدول التالي فإن النترات وباقي العناصر

الأخرى لها قيم قياسية عامة يجب العمل على الحفاظ عليها حتى لا تؤدي إلى تلوث التربة الأمر الذي يؤدي إلى الضرر بصحة الإنسان والحيوان.

جدول (٢): القيم القياسية للأيونات التى لا تؤدى الى حدوث التلوث

الايون أو الفلز .	مدى القيمة القياسية للتركيز (مجم/لتر).	الظروف الموانية لهذا المدى .
أيون النترات(NO_3^-)	١٠٠-٤٠٠	طبقاً لنوع النبات وفترة نموه .
أيون الأمونيا – نيتروجين ($N\text{-}NH_4$)	٣٠-٥٠	في حالة الري بالتنقيط
الفوسفور (P)	١٠-٢٠	طبقاً لنوع النبات وفترة نموه.
الباتسيوم (K^+)	١٠٠-٢٥٠	طبقاً لنوع النبات وفترة نموه .
الكالسيوم (Ca^{+2})	٧٠-١١٠	طبقاً لنمو النبات .
الماغنسيوم(Mg^{+2})	٣٠-٥٠	طبقاً لنمو النبات.

د-الفوسفور :

عنصر أساسي النمو النبات. فهو يؤدي إلى سرعة نمو النبات في مراحل نموه الأولى والفوسفور يوجد في التربة على هيئة مركبات عضوية وغير عضوية بالإضافة إلى وجوده من المخصبات الزراعية. والفوسفور في

المواد العضوية يتواجد منفرداً في التربة بعد تحرره من هذه المركبات عندما تتكسر بواسطة الميكروبات الموجودة في التربة. وقد لوحظ ان عملية التكسر هذه تعتمد على درجة حرارة التربة ومدى قدرتها على تسرب المياه الموجود بها.

وفي حالة المركبات الغير عضوية فإن الفوسفور يكون سالب الشحنة في معظم أنواع التربة ، لذلك فهو يتفاعل مع الأيونات الموجبة الموجودة مثل أيونات الحديد(Fe), والألومنيوم (Al), والكالسيوم (Ca) ليكون مركبات قليلة الذوبان في الماء كما يؤدي إلى ترسيب الفوسفور وبقائه في التربة لفترات طويلة . وهذا يعكس أيون النترات (NO_3^-) السالب الشحنة أيضاً ولكنه يكون مركبات معقدة سريعة الذوبان في الماء مما يؤدي إلى عدم ترسبيه في التربة لفترات طويلة. وقد وجد أن ذوبانية المركبات الغير عضوية للفوسفور تعتمد على قيمة الأس الهيدروجينى (pH) للتربة .

وأثبتت التجارب أن عنصر الفوسفور يوجد منفرداً ويكون متاحاً للنبات ليستخدمه في نموه عندما تكون قيمة pH التربة بين 6 و 7. فإذا كانت قيمة pH التربة أقل من ٦ فإن الفوسفور يترسب على هيئة فوسفات ألومنيوم وعندما تكون قيمة pH التربة أقل من ٥ (أكثر حموضه) فإن الفوسفور يترسب على هيئة فوسفات حديد . ولكن عندما تكون التربة أكثر قلوية أي قيمة pH اكثر من ٧ فإن الفوسفات يترسب على هيئة فوسفات كالسيوم .

الآثار السلبية لتلوث التربة بالفسفور:

مما سبق يتضح أن زيادة نسبة التلوث بعنصر الفوسفور في التربة قد تؤدي إلى ترسيب (عدم إتاحتها للنبات) بعض العناصر الهامة التي يحتاج إليها النبات في مراحل نموه المختلفة مما يتسبب في قلة إنتاج المحاصيل الزراعية المختلفة. كذلك فإن زيادة كمية مركبات الفوسفور الذائبة في التربة عن القدر الذي يحتاجه النبات في نموه قد تصل إلى المياه الجوفية أو إلى مياه الشرب السطحية عن طريق مياه الصرف الزراعي. لذلك يجب أخذ الاحتياطات اللازمة للعمل على التوازن بين كمية الفوسفور الذي يحتاجه النبات وبين كمية المخصبات الزراعية المستخدم في الفوسفات.

ثانيا الملوثات العضوية للتربة:

من اهم الملوثات العضوية للتربة المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب ومركب البنزين الأروماتي والمركبات الحلقية والتي تحتوي علي زوج من الروابط الثنائية ومركبات ثنائي ومركبات ثنائي الفينيل عديدة الكلور ومركبات الفوسفات العضوية والمذيبات العضوية المحتوية على الكلور . وقد وجد ان تعرض الإنسان لهذه المركبات يؤدي إلى حدوث أعراض كثيرة مثل الصدع والغيثان والإرهاق بالإضافة إلى الآثار الخاصة الذي يسببها كل مركب .

ويوضح الجدول التالي الآثار المرضية التي يسببها هذه الملوثات.

جدول (٣): الملوثات العضوية للتربة وأهم الآثار المرضية التي تسببها

الملوث العضوي	آثاره على صحة الإنسان
المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب	تسبب أمراض السرطان
البنزين العطري (الاروماتى)	يسبب مرض اللوكيميا وهي ابيضاض الدم وذلك عندما يتعرض الإنسان له لفترة طويلة
المركبات الحلقية المحتوية على زوج من الروابط الثنائية	ينتج عنها أضراراً كثيرة بكلية الإنسان
المركب ثنائي الفينيل عديدة الكلور	ترتبط بأسباب تسمم الكبد
المذيبات العضوية المحتوية على الكلور	تسبب تغيرات في كل من الكبد والمعدة وتؤدي إلى حدوث اكتئب الجهاز العصبي المركزي

وعموماً فإن تعرض الإنسان إلى جرعات زائدة من هذه الملوثات يؤدي إلى حدوث الوفاة.

الخواص البيئية لملوثات التربة

أهم الصفات المميزة لملوثات التربة هي

١- التواجد في التربة لفترات زمانية طويلة (Persistance)

تنقسم الملوثات في التربة إلى نوعين ملوثات عضوية وملوثات غير عضوية وقد سبق الحديث عن أنواعهما. وقد لوحظ أن نسبة كبيرة من الملوثات العضوية يمكن أن تتكسر في التربة على فترات زمنية مختلفة وذلك بسبب فعل البكتريا والكائنات الدقيقة. (biotic reactions) أو بسبب

التفاعلات الكيميائية (a biotic reactions) مثل التحلل المائي والأكسدة والأختزال والتكسير الضوئي بواسطة ضواء الشمس. ولكنه قد لوحظ أن بعض من هذه الملوثات العضوية تظل في التربة لفترات طويلة جداً وسمية بالملوثات دائمة الوجود وفي حالة الملوثات الغير عضوية مثل المعادن فإنها تتكسر لتصل إلى الصورة العنصرية ويستمر وجودها على هيئة عناصر في التربة . ومما سبق يتضح أن الملوثات الغير عضوية يستمر وجودها في التربة فترة زمانية أطول من الملوثات العضوية.

توزيع ملوثات التربة بين الأنظمة البيئية المختلفة:

مما سبق يتتضح أن الملوثات المختلفة الموجود في التربة لا تؤثر على التربة والنبات فقط و لكن أثرها ينتقل إلى الأنظمة البيئية المختلفة مثل الغلاف المائي (المياه الجوفية والسطحية) والغلاف الجوي (الهواء) وأجسام الكائنات الحية (الميكوربات والكائنات الدقيقة).

أولا توزيع الملوثات بين التربة وبين الغلاف الجوي(الهواء)

من أهم العمليات التي يتم بها توزيع الملوثات بين التربة والهواء هي عملية التطاير (volatilization) وهي عملي يتم فيها تحويل المادة الكيميائية الملوثة من الحالة الصلبة أو السائلة إلى الغازية وذلك بارتفاع درجة الحرارة التي تؤدي إلى ارتفاع الضغط البخاري لهذه المادة .

كيفية حودث عملية التطاير في التربة

تطاير مباشر من التربة إلى الهواء.

قد لوحظ أن المادة الملوثة تنتقل من الأجزاء الصلبة للتربة إلى المحتوى المائي للتربة بعد ذلك تتطاير إلى طبقات الهواء الجوي عندما ترتفع درجة حرارتها.

- تطاير غير مباشر من النبات إلى الهواء

وفي هذه الحالة يتم امتصاص المواد الملوثة اولاً بواسطة النبات من التربة ثم تتجمع هذه الملوثات في اجزاء النبات المختلفة مثل الأوراق. وبارتفاع دراجات الحرارة يتم تطاير الملوثات من أوراق النبات إلى طبقات الهواء الجوي

العوامل التي تتوقف عليها عملية التطاير:

١- الصفات الملازمة للمادة (inherent properties) هي الصفات التي تتميز بها المادة مثل الوزن الجزئي وخاصية القطبية وكذلك الصفات الأخرى التي تتحكم في قيمة الضغط البخاري للمادة.

٢- خواص التربة(soil properties)

هي الخواكص التي تؤثر على تطاير المادة من التربة مثل:

أ- كمية المواد العضوية التي تحتوي علها التربة.وزيادة هذه الكمية في التربة أكثر قدرة على ذوبانية الملوثات الموجودة بها وبالتالى تقلل عملية تطايرها إلى الهواء.

ب- المحتوى المائى للتربة

وهى كمية الماء التي تحتوى عليها كل تربة. وزيادة المحتوى المائى يؤدى إلى ارتفاع معدل البخر لهذا الماء وبالتالى يساعد على زيادة معدل تطاير المواد الملوثة الذائبة فيه.

٣- الظروف البيئية

وهي الظروف الطبيعية للبيئة المحيطة بالتربة مثل درجة الحرارة وسرعة الهواء. ومن الملاحظ أن الزيادة في قيمة كل منهما تؤدي إلى زيادة عملية تطاير المواد الملوثة. وهناك عدة معادلات وقوانين تصف كيفية حدوث عملية التطاير ولا يسع المجال لذكرها في هذا المحتوى.

ثانيا توزيع الملوثات بين التربة والمياه:

يتم توزيع ملوثات التربة بينها وبين المياه الجوفية أو المياه السطحية بعملية تسمى التذويب المائي بالملوثات وهي عملية يتم فيها تذويب المادة الملوثة القابلة للذوبان في الماء ، وبزيادة تركيزكما في الماء الجوفية والمياه السطحية مما يؤدي إلى تلوثها .

ثالثا توزيع الملوثات بين التربة والكائنات الحية الدقيقة:

من المعلوم أنه يوجد انواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة في التربة مثل البكتريا والديدان وغيرهما. ويتم انتقال الملوثات إلى الكائنات الحية كالتالي. تنتقل الملوثات اولا من التربة إلى المحتوى المائي كما سبق شرحه، ثم بعد ذلك تنتقل من المحتوى المائي إلى الكائن الحي وذلك باعتبار أن الجزء الدهني في الكائن الحي هو المادة التي لها القدرة على امتصاص المواد الملوثة التي لا تذوب في الماء، وهذه المواد تعرف بالليبوفيلك (lipophilic) أي المواد المحبة للوسط الدهني. وعن طريق هذه الخصية للجزء الدهني يتم تجمع الملوثات داخل الكائن الحي وبذلك يحدث التوزيع للملوثات بين التربة والكائنات الحية. ويحكم هذه العملية معامل يسمى معامل التجمع الحيوي (Bioaccumulation Factor). ويتضح مما سبق ان انتشار الملوثات الموجودة في التربة بينها وبين الأنظمة البيئية المختلفة

يعمل على وجود فرصة كبير لإنتقالها إلى جسم الإنسان مما يؤدى إلى حدوث أضراراً كثيرة.

البدائل المختلفة لعملة تنظيف التربة من الملوثات

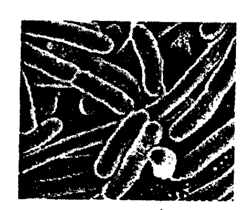
نتيجة لزيادة كمية الملوثات في التربة وتنوعه وكذلك نتيجة الزيادة الكبيرة في أعداد مواقع التربة التي تم تلوثها خلال دول العالم المختلفة، فقد أدى ذلك إلى محاولة الوصول إلى بعض الطرق التي يتم بها تنظيف التربة .

هناك استراتيجيات مختلفة ثم تطبيقها في بعض الدول نذكر منها مايلي:

١- عملية تجريف طبقة التربة الملوثة وإزالتها إلى أماكن تبعد كثيراعن الأماكن الذى يتواجد فيها الأنسان.

٢- العمل على تهوية التربة جيدا وفى هذه الطريقة يتم تهوية التربة جيدا ليتخللها نسبة كبيرة من الأكسجين يمكن أن تؤكسد بعض الملوثات. مع الأخذ في الاعتبار أن هذه الطريقة يمكن أن تؤدي الي تلوث تلوث الهواء.

٣- استخدام الكائنات الدقيقة لازالة الملوثات (Bioremediation) و في هذه الطريقة يتم استخدام أنواع من الكائنات الحية الدقيقة لتقوم بالتغذية علي بعض ملوثات التربة و بالتالي يتم تكسيرها بالهضم داخل جسم الكائن الحي و تحويلها إلى مواد غير ملوثة. ويوضح الشكل التالي الميكروبات المستخدم في إزالة الملوثات.



(شكل 1- 6)
بعض الميكروبات المستخدمة فى إزالة الملوثات من التربة

٤- إستخلاص المياه الجوفية أو بخار التربة بواسطة نظام كهروميكانيكي نشط يسمح باستخلاص الملوثات منها.

٥- حصر وإحتواء ملوثات التربة في مكانها لمنعها من الانتشار و هذه الطريقة تستخدم في المواقع التي تم تلويثها و يتوقع استخدامها كأماكن خدمية للسكان و الطرق العامة. و يتم أحتواء هذه الملوثات برصف هذه التربة أو بوضع أنواع معينة من البلاط عليها.

٦- إزالة الملوثات بزراعة بعض النباتات في التربة (Phemtoremedation) و في هذه الطريقة يتم زراعة أنواع معينة من النباتات في التربة تقوم بامتصاص الملوثات و تجميعها داخل أنسجة هذه النباتات ثم يتم حصد هذه النباتات ويستخلص منه المعادن ليتم إعادة استخدامها. والشكل التالى يوضح خطوات هذه الطريقة.


الملوثات الموجودة في التربة تمتص بواسطة الجذور


تتجمع الملوثات داخل أجزاء النبـــات


يحصد النبات ويستخلص منه المعادن ليتم إعادة استخدامها

(شكل 2- 6)
خطوات إزالة الملوثات بزراعة بعض النباتات فى التربة

و في هذه الطريقة يحدث الاحتمالات الاتية:

أولا: بعض الملوثات العضوية يمكن أن تتغذي عليها بعض الكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا و الديدان التي تعيش في التربة بالقرب من الجذور و تقوم بهضم هذه الملوثات و تحويلها إلى مواد غير ملوثة.

ثانيا: بعض الملوثات العضوية تمتص بواسطة جذور النباتات التي تتجمع في أوراق النبات و يتم تطايرها إلى الهواء (مع الأخذ في العلم أن هذا ممكن أن يؤدي إلى تلوث الهواء) و لكن علي الأقل يتم تخفيف تركيز هذه الملوثات في المحيط الواسع للهواء الجوي.

ثالثا: في حالة الملوثات الغير عضوية مثل المعادن يتم امتصاصها بواسطة جذور النباتات و يتم تجميعها في أماكن معينة في سيقان و أوراق هذه النباتات يتم حصد هذه النباتات لاستخلاص هذه المعادن منها و بذلك يمكن إعادة استخدام الملوثات و تحويلها إلى مواد مفيدة.

الباب السابع

تلوث المياه

أهمية الماء

الماء .. لا يقل أهمية عن الهواء بالنسبة للإنسان ولجميع الكائنات الحية الأخرى . وليس هناك أبلغ وصفا لأهمية الماء من قوله تعالى : (وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍ)(الأنبياء: من الآية٣٠) . ولذلك ، يعتبر الماء أهم مركب كيميائي في الكون . فهو المكون الأساسي لمعظم الكائنات الحية ، إذ أن ثلثي وزن جسم الإنسان – لحمه وعظامه – عبارة عن ماء ، ويشكل الماء (٩٠%) من دم الإنسان. كما أن من (٨٠-٩٥%) من وزن كثير من الخضروات هو الماء.

ونعتمد فى حياتنا علي المياه في مجالات شتي وأغراض متعددة ، فالمياه يشربها الإنسان والحيوان ويرتوي منها النبات . كما تعد المياه مصدراً من مصادر الغذاء . والمياه عامل ملطف لدرجات الحرارة علي اليابسة ، فهي تساعد في خفض درجات الحرارة المرتفعة ، كما يمكن الاستفادة منها في رفع درجات الحرارة المنخفضة .

وتعد المياه مذيبا جيدا ، وهي تدخل في تفاعلات كيميائية مهمة ، منها ماله أهمية قصوى في دورة الحياة كعملية التمثيل الضوئي للنبات ، حيث يتحد مع ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ليكون مواد عضوية وأكسجين (O_2).

كذلك ، تلعب المياه دورا فعالا في عمليات الانتقال علي سطح الأرض ، وذلك من خلال استغلال البحار والمحيطات والأنهار كمجاري مائية تسير فيها السفن والقوارب وغيرها .

خواص الماء

الماء .. سائل شفاف عديم اللون والطعم والرائحة. وهو يتكـــون مـــن عنصـــــري: الهيــــدروجين "H_2" (١١,٢%) وزنــــا، والأكســــجين "O_2"(٨٨,٨%) وزنا. ويعبــــر عن الماء النقـــي بالصـــيغة (H_2O) ، ودرجة غليان الماء النقي هي (١٠٠) درجة مئوية ، بينما نجـد ان درجــة انصهار الجليد هي (صفر) درجة مئوية عند الضغط الجوي العادي (١ ضغط جوي).

والحرارة النوعية للماء هي واحد سعر لكل جرام لكل درجة مئويـــة . وكثافة الماء هي (١) جم/سم^3 . ويزداد حجم الماء عند تجمـــده ، وتـــنقص كثافته ؛ أي أن كثافة الجليد أقل من كثافة الماء (لذلك يطفو الجليـد علـــي الماء) . وتصل كثافة الماء إلى أقصي قيمة لها وهي (١) جـــم/ســـم^3 عنـــد درجة الحرارة (٤) ودرجة مئوية ، ثم تبدأ بالانخفاض البطئ بارتفاع درجة الحرارة . ويفسر ذلك بأن : انصهار الجليد ينتج عنه تكسير بعض الـــروابط الهدروجينية نتيجة لاختلال الترتيب المنتظم لجزيئات الماء عند الانتقال من حالة الصلابة إلى حالة السيولة . وينتج عـــن ذلـــك ، ان جزيئـــات المـــاء تستطيع الاقتراب من بعضها البعض ، مما يجعلها أكثر تراصا ، و بالتـــالى أكثر كثافة . ولكن ، ارتفاع درجة الحرارة فوق الدرجة (٤) يرافقه التمـــدد الحراري الذي من شأنه أن يبعد الجزيئات عن بعضها، فتعود الكثافـــة إلـــى الانخفاض .

ومما لاشك فيه ، أن لقوي الروابط الهيدروجينية التـــي تـــربط بـــين جزيئات الماء أكبر الأثر في ارتفاع درجة غليان الماء (١٠٠) درجة مئوية مقارنة بالمركبات المماثلة.

والماء النقي موصل ردئ للكهرباء . وهو يتحلل كهربيا إلى العنصرين المكونين له ، وهما : الأكسجين والهيدروجين .

الماء العسر Hard Water

الماء النقي الذي يمكن ان نعتبره صالحا لمعظم الأغـراض المنزليـة والصناعية يجب ان يكون صافيا ، وعديم الرائحة وخاليا من العوالق والطعم والميكروبات المسببة للأمراض .

وفي الحقيقة ، فإن ماء الشرب الذي نستعمله ليس نقيا كيميائيـا ، إذ أن الماء النقي كيميائيا يكون غير مستساغا . والماء الرقراق المندفع مـن جدول بين الصخور يكون عادة متمتعا بكل المزايـا التـي تجعلـه صـالحا لأغراض الشر ب. غير أننا نجد في هذا الماء مواد ذائبة ، مثل : الغـازات الجوية ، وآثار من غـازات : الميثـان (CH_4) ، وكبريتيـد الهيـدروجين (H_2S) ، وثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، والنوشادر (NH_3) ، وكثيـر مـن الأملاح غير العضوية المستخلصة من الصخور التي مر فوقها الماء أثنـاء جريانه . ولكن ، إذا وصل تركيب بعض هذه المواد إلى حد عال ، فإن الماء ل ايعد صالحا لاستهلاك الإنسان أو للصناعة أو للأغراض المنزلية. ويقـال عندئذ أن الماء اصبح "عسرا" أو ملوثا" .

ويرجع سبب عسر الماء الى وجود تراكيز عالية نسبيا من أيونـات : الماغنسيوم (Mg^{2+}) أو الكالسيوم (Ca^{2+}) أو الحديـديك (Fe^{3+}) . حيـث تتفاعل هذه الأيونات مع الصابون، وتكون مادة صلبة غير ذائبة أو خبـث . ولذلك ، فالماء العسر يخفض قدرة الصابون علي التنظيف .

وفي الصناعة ، يستخدم البخار لإدارة العديد من الآلات حيـث يحـول الماء إلى بخار في محطات مركزية ، ثم يعود الماء الناتج عن تكثفـه إلـى

مراجل ليعاد غليه . فإذا استخدم في محطة البخار ماء عسر يحتوي على كميات كبيرة من البيكربونات ، فإن ذلك يؤدي إلى الانسداد التدريجي في الأنابيب ، بسبب ترسب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم والحديد علي الجدار الداخلي لتلك الأنابيب (تترسب هذه الكربونات من الماء العسر عند تسخينه ، حيث تتكسر البيكربونات "الذائبة" وتتحول إلى الكربونات "غير الذائبة ").

ويمكن معالجة الماء العسر ، وتحويله إلى ماء يسر ، بإمرار الماء العسر علي أنواع من "الزيوليت" ذات الشحنات السالبة ، حيث يتم استبدال الأيونات المسببة للعسر (Mg^{2+} أو Ca^{2+}) بأيونات الصوديوم (Na^{2+}) ، ويكون الماء الخارج يسرا . حيث ان وجود أيونات الصوديوم في الماء ليس ضارا ، فجميع أملاح الصوديوم المشهورة ذائبة.

$$\text{زيوليت} - Na^{+} + Ca^{2+}_{(aq)} \longrightarrow \text{زيوليت} - Ca^{2+} + Na^{+}(aq)$$

وفي هذه العملية يتحول زيوليت الصوديوم إلى زيوليت كالسيوم بالتبادل الأيوني . وإذا أصبح الزيوليت مشبعا بالأيونات الثنائية الشحنة (المستبدلة) يجب أن يعالج هذا الزيولتيت بمحلول مركز من (NaCl) لإرجاعه مرة أخري إلى حالته الصوديومية .

$$\text{زيوليت} - Ca^{2+} + NaCl(aq) \longrightarrow \text{زيوليت} - Na^{2+} + CaCl_2\ (aq)$$

ويتوفر الآن عدد كبير من المبلمرات الصناعية القادرة علي التبادل الأيوني ، وتسمي "أصماغ التبادل الأيوني" . وهي عبارة عن جزيئات عضوية عملوقة ذات مجموعات سالبة أو موجبة . ويمكن استخدامها لإزالة جميع الأيونات (الموجبة والسالبة) من الماء والحصول علي ماء خال من الأيونات غير المرغوب فيها واستبدالها بأيونات أخري غير ضارة .

تلوث الماء

لقد دأب الإنسان منذ وجوده علي الأرض علـــي تعميرهـــا ومحاولـــة تحسين ظروف بيئتة ومعيشته بها . وفي سبيل تحقيق هذه الغاية ، انـــتهج الإنسان نهجا غريبا لم يراع فيه التوازن البيئي . وبسبب جهـــل الإنســـان بديناميكية ذلك التوازن وسوء تقديره ، نتج ذلك التخريب الكبير الذى أحدثه ويحدثه إنسان في بيئته .

فلقد صاحب ظهور المدن ونموها وتزايـــد أعـــداد ســـكانها ، وبنـــاء الصناعات المختلفة فيها وتنوع تلك الصناعات ، بـــروز مشـــكلة تصـــريف النفايات المتخلفة عنها . وفي البداية ، وجد الإنســـان أن اســـهل الطـــرق للتخلص من تلك النفايات ، هو ربط شبكات المجاري من البيوت والمصانع بمجاري المياه ، مثل : الأنهار القريبة أو بشواطئ البحار . ولكن ، اتضـــح مع الوقت أن تلك الأنهار والشواطئ أصبحت ملوثة ، كما أن أعداد وأنـــواع الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التي كانت توجد بها بدأت فـــي التنـــاقص بدرجة ملحوظة . وذلك لأن مياه المجاري ومخلفات المصانع تنقـــل إليهـــا آلاف الأطنان من النفايات والمواد الكيميائية السامة، مما قضي علي معظـــم أشكال الحياة فيها .

كما أن آثار ذلك التلوث قد يصيب الإنسان ذاته عبر السلسلة الغذائية ، إذ أن المواد الضارة والسموم تنتقل تدرجيا – ولو بنسب صـــغيرة – إلـــى النباتات والحيوانات المائية ، ثم تنتقل إلى الإنسان إذا تغذي بتلك النباتـــات والحيوانات .

كذلك ، فإن عدم مراعاة قواعد السلامة أو عدم اتخاذ الاحتياطيات اللازمة أثناء عمليات التصنيع في المصانع ، تسهم في تخريب البيئة وإتلاف عناصرها .

ومن أمثلة ذلك تسرب الغازات السامة والإشعاعات الخطرة من المصانع والمفاعلات النووية ووصولها إلى مجاري المياه الطبيعية . كذلك ، غرق ناقلات النفط المحملة بآلاف الأطنان من الزيت الخام أو أحد منتجاته ، والتي تؤثر علي الأحياء المائية الموجودة في تلك المياه ، وتقتل جميع مظاهر الحياة بها .

ولم يعبأ الإنسان بحاجته المتزايدة للمياه ، فأخذ في تعريض الوسط المائي كله لشتى أنواع الملوثات الناتجة عن زيادة الكثافة السكانية ، وتنوع الأنشطة الزراعية والصناعية ، وإلقاء المخلفات الناتجة عن الصرف الصحي وعن المصانع ، مما جعل تلك المسطحات المائية تفقد القدرة علي التخلص من تلك الملوثات وآثارها السيئة .

وكان من نتائج أعمال الإنسان غير المحسوبة أن ظهرت أعراض التدهور في معظم مشروعات المياه في العالم ، حيث بدأت آثار الملوثات تظهر علي الكائنات الحية التي تعيش فهيا ، حيث ماتت الأسماك في البحيرات والأنهار ، وقل محصولها في البحار والمحيطات .

تعريف تلوث المياه

يمكن تعريف تلوث المياه بأنه : "وجود الملوثات والعناصر غير المرغوب فيها في المياه بكميات ونسب كبيرة ، أو بشكل يعيق استعمال المياه للأغراض المختلفة كالشرب والري والتبريد ، وغيرها ، بحيث تصبح تلك المياه مصدرا لإصابة الإنسان والحيوانات بالأمراض الخطيرة" .

مصادر تلويث مجاري المياه الطبيعية

يمكن تقسيم مصادر تلوث البحار والمحيطات إلى خمسة أقسام ، وهي:

١ – مياه الصرف الصحي

في معظم مدن العالم ، يتم تحويل مياه الصرف الصحي إلى المسطحات المائية ومنها البحار . كما أن معظم المصانع القريبة من هذه المسطحات تلقي نفاياتها فيها . ويزداد خطر هذه المخلفات إذا ضخت مياه الصرف إلى تلك المسطحات دون معالجة مناسبة وهو ما يحدث غالبا .

ولقد أحدث هذا المصدر من مصادر التلوث أضرارا كبيرة في بيئة البحر الأبيض المتوسط في أول السبعينيات من القرن العشرين الميلادي . ومن المتوقع أن تخف حدة التلوث في هذا المجري المائي مع اكتمال بناء محطات المعالجة في جميع المدن الساحلية التي تطل علي شواطئه ، حيث اتفقت الدول المطلة عليه علي تحقيق ذلك .

٢ – إلقاء النفايات في عرض البحر

مازالت معظم الدول الصناعية الكبري تتخلص من نفاياتها السامة ، وخاصة الإشاعية بإلقائها في عرض البحر بواسطة السفن أو الطائرات ، أو بدفنها في قيعانها . كذلك تقوم بعض هذه الدول بإجراء بعض تجاربها النووية في مناطق تحت سطح الماء.

ولحماية البحار والمحيطات من هذه النوعية من الملوثات ، فقد وقعت مجموعة من الدول معاهدة بهذا الخصوص في عام (١٩٧٢) ، تعرف باسم "معاهدة لندن" .

٣ – استغلال البيئة البحرية

إن النشاطات المختلفة التي يمارسها الإنسان في التنقيب عن البتــرول والغاز الطبيعي في المناطق المغمورة بالماء (البحار والمحيطات) ، قد تؤدي إلى تسرب الزيت إلى مياه البحار نتيجة حدوث أخطاء أو أعطال أو حوادث.

وتجدر الإشارة هنا إلى حادثة بقعة الزيت في الخلــيج العربــي عــام (١٩٨٣)، والتي تسرب فيها النفط من آبار حقل النيروز الإيراني لمدة عام بمعدل تدفق قدر بحوالى (٢٠٠٠) إلى (٣٠٠٠) برميل يوميا . وعاشت دول المنطق وقتها رعبا بيئيا حقيقاً بسبب التخوف من آثــار إصــابة الأســماك والروبيان (الجمبري) وتلوثها بالنفط ، والتي تعد ضمن الأغذيــة المهمــة لشعوب منطقة الخليج ، ومصدر رزق لقطاع كبير منهم ، وقــد أدت هــذه الحادثة إلى هلاك العديد من الأحياء المائية ، كما جعلت سكان تلك المنطقة يعزفون عن تناول الأسماك تحسبا لتوثها .

٤ – النقل والملاحة البحرية

لقد ساهمت الآثار البيئية والاقتصادية التي صاحبت حادثة ناقلة البترول "أمكوكاديز" والتي أدت إلى تلوث الشواطئ الفرنسية عام (١٩٨٧) إلى تنبيه الرأي العام العالمي لحقيقة إحتمالية حدوث التلوث البحري دون أية ضوابط أو إجراءات صارمة لمنعها .

ويشير تقرير صادر عن الأمم المتحدة : أن الخطر الحقيقي لتلوث مياه الخليج العربي يكمن في النفايات التي تلقيها ناقلات النفط والسفن التجاريــة التي تمر بالخليج يوميا ، حيث تستغل هذه السفن والنــاقلات عــدم وجــود قوانين بيئية في المنطقة وتقوم بغسل خزاناتها في مياه الخليج .

٥ – التلوث بالنفط

يعد التلوث بالنفط ومشتقاته من أهم الملوثات المائية وأوسعها انتشارا في الفترة الأخيرة .

ويمكن إيجاز أهم مصادر تلوث المياه بالنفط فيما يلي :

- حوادث ناقلات البترول والسفن الأخرى . ومن الأمثلة المعروفة حادثة ناقلة البترول الضخمة (توري كانيون) ، وما نتج عن هذه الحادث من تدفق كميات هائلة من النفط تزيد عن (٥٠) الف طن .
- المصانع الشاطئية ، وخاصة مصافي النفط . وقد قدرت كميات البترول التي تلقي في مياه البحر الأبيض المتوسط من خمسين مصفاة فقط بنحو (٢٠) ألف طن سنويا.
- مخلفات ناقلات البترول التي تفرغ مياه مستودعات الاستقرار في المياه
- انفجار آبار البترول في البحار .

تلوث المياه الجوفية

حتى وقت قريب ، لم يكن ينظر إلى المياه الجوفية على أنها قابلة للتلوث كما هو الحال في المياه السطحية (البحار والمحيطات والأنهار) ، فقد كان الاعتقاد السائد أن التربة السطحية يمكنها إزالة الملوثات من المياه المتسربة إلى باطن الأرض عن طريق عمليات الترشيح أو الادمصاص أو التحلل الحيوي . غير أن الشواهد التي تجمعت في السنوات القليلة الماضية دلت علي أن بعض المذيبات الصناعية والمبيدات الحشرية قد وجدت طريقها إلى طبقات المياه الحاملة (الطبقات الحاملة هي تلك التكوينات الجيولوجية

التي تحوي الماء في فجوات مادتها الصخرية ، بحيث ينفذ ماؤها بسهولة وبكميات معقولة إلى الآبار والينابيع).

• مصادر تلويث المياه الجوفية

يمكن حصر أهم مصادر تلوث المياه الجوفية ، فيما يلي :

١ – العمليات الزراعية

يؤدي الاستعمال المفرط للمبيدات الحشرية أو الأسمدة أو سوء التخلص من مخلفات الماشية إلى عدد من المشكلات . كما تؤدي عمليات الري ، وخاصة إذ لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعي المناسب إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن في المياه الجوفية ، كما تسبب الأسمدة الكيميائية زيادة النترات في المياه الجوفية فتجعلها غير صالحة للشرب .

٢ – آبار الحقن

آبار الحقن .. هي عبارة عن حفر عميقة تصمم علي هيئة آبار تحت سطح الأرض تدفن بها النفايات .

وتستعمل آبار الحقن للتخلص من النفايات الصناعية والإشعاعية ، وغيرها من المخلفات في الطبقات الجوفية العميقة ، كتلك الحاملة للمياه المالحة .

وقد ينتج عن هذه العمليات تلوث الطبقات العلوية المنتجة لمياه الشرب نتيجة لتسرب الملوثات المحقونة عن طريق أنابيب التغليف ، أو عن طريق سريانها في إتجاه الطبقات الحاملة عبر التصدعات في الطبقات غير المنفذة.

٣ – التخلص السطحي من النفايات

حيث يتم دفن النفايات في أماكن مخصصة علي سطح الأرض . فعلـــي سبيل المثال : يتم التخلص سنويا في الولايات المتحدة الأمريكية من حوالى ٣٩٠ مليون طن من النفايات الصلبة بدفنها في أماكن على ســطح الأرض أعدت خصيصاً لهذا الغرض. كذلك يتم وضع حوالى (١٠) تريليون جــالون من النفايات السائلة في برك تخزين سطحية. ويعد حوالي (١٠%) من هذه النفايات الصلبة والسائلة مصدر خطورة علي صحة الإنسان وبيئته ، حيــث يؤدي هطول الأمطار ، وارتفاع منسوب المياه الجوفية ، وعدم إحكام عــزل برك التخزين إلى تسرب بعض هذه المواد إلى الطبقــات الحاملــة للميــاه العذبة.

وقد تم الكشف مؤخرا عن حالات تخلص من النفايات الكيميائية بطرق غير مشروعة وذلك بدفنها أو إلقائها في المسطحات المائية ، حيث أدت إلى تلوث المياه الجوفية .

السلوكيات التي تؤدي إلى تلويث المياه

يمكن القول بأن كل فرد يتسبب في تلويث البيئة بطريقة ما ، وبأسلوب خاص ، نتيجة ممارسات وسلوكيات خاطئة .

وسوف نتعرض في السطور القادمة لأهم تلك السلوكيات التى تقع من بعض الأفراد وتؤدي إلى تلويث المياه .

١ – إلقاء الحيوانات النافقة في مجاري المياه

من الممارسات والسلوكيات الخاطئة التي تؤدي إلى تلوث المياه ، تلك التي تمارس بواسطة بعض الفلاحين والمزارعين . ففي الريــف ، بمجــرد

موت الحيوان (سواء الدواجن أو الحمير أو غيرهـا) ، يقـوم المزارعـون بإلقاء هذه الحيوانات في مياه الترع أو النيل ، وهم يعلمون تماماً أن هـذه الحيوانات قد ماتت نتيجة إصابتها بأحد الأمراض .

ويعد إلقاء هذه الحيوانات في المياه هو المسئول عـن انتشـار هـذه الأمراض في جميع القرى والنجوع التي تمر بها مجاري هذه المياه .

٢ – استحمام الحيوانات في مجاري المياه

يلجأ بعض الأشخاص من الفلاحين ومربي الماشـية إلـى اسـتخدما مجاري المياه ، مثل الترع والأنهار كحمامـات لتنظيـف أجسـام الماشـية والخيول وغيرها من الحيوانات التي يقومون بتربيتها .

وتعد هذه السلوكيات أحد مصادر تلوث المياه بروث تلـك الحيوانـات وغيرها من البكتريا والميكروبات ، التي تتخذ من جلودها وأجسادها مـأوي لها .

وهكذا ، تصبح تلك المياه ملوثة ومصدراً لبث الأمراض للإنسان ، من خلال استخدامه لتلك المياه في الشرب أو غيرها مـن نـواحي الاسـتخدام اليومية .

٣ – التبول والتبرز في مياه الترع والنيل :

يعد التبول والتبرز في مياه الترع والنيل إحدى العـادات والسـلوكيات الأكثر خطورة ، التي يزاولها بعض أهل الريف من الفلاحين والمـزارعين . وهذا السلوك – غير الحضاري – لقضاء الحاجة والذي يصدر عـن بعـض معدومي الثقافة والتعليم ، يعد أحد مصادر تلوث الميـاه وجعلهـا مصـدرا لإصابة الناس بالعديد من الأمراض ، وأهمها وأخطرها : مرض البلهارسيا .

فعندما يقضي إنسان مصاب بمرض البلهارسيا حاجته في مجري مائي – كالترعة مثلا – فإنه يخرج مع بوله أو برازه بويضات البلهارسيا ، والتي تفقس في الماء العذب ويخرج منها يرقات تسبح في الماء ، فإذا وجدت نوعا خاصا من القواقع دخلته وتكاثرت فيه ، حيث يخرج من القوقع طور معد هو (السركاريا). فإذا ما نزل شخص سليم للاستحمام أو التوضأ من مياه هذه الترعة ، أسرع الطور المعدي (السركاريا) واخترق جلده ، وأصبح ذلك الشخص مصابا بديدان البلهارسيا، التي تمارس حياتها داخل جسم الإنسان ، حيث تبيض ويخرج بيضها مع بول أو براز ذلك الشخص المصاب عند قضاء حاجته ، وهكذا تستكمل دورة حياة تلك الديدان .

ولذلك ، يعد الاستحمام في مياه الترع أحد السلوكيات الخاطئة ، التي يتسبب عنها انتشار الإصابة بمرض البلهارسيا في الريف المصري بوجه خاص .

٤ – إلقاء المخلفات من السفن والعائمات (العوامات)

تعد المخلفات التي تلقيها السفن والعائمات أحد مصادر تلوث مجاري المياه الطبيعية ، وبخاصة البحار والأنهار . ولا يمكن التقليل من حجم هذه المخلفات وأثرها المباشر في تلويث تلك المجاري المائية . وتزداد خطورة هذا المصدر نظرا لتزايد أعداد السفن التي تجوب البحار ، وزيادة أعداد العائمات التي تنتشر – وبصفة خاصة – علي ضفاف الأنهار ذات المياه العذبة ، والتي تعد المصدر الرئيسي لمياه الشرب في الدول التي تمر بها تلك الأنهار .

ويمكن تحديد التلوث الناشئ عن السفن والعائمات في ثلاثة أنواع من التلوث ، وهي :

- التلوث الناشئ عن الزيت أو الوقود المستخدم لإدارة محركات تلك السفن والعائمات .
- التلوث بمخلفات الصرف الصحي والقمامة الصلبة ، الناتجة عن أنشطة الإنسان المختلفة ومعيشته علي سطح هذه السفن أو داخل تلك العائمات .
- التلوث بالمواد الضارة للبيئة المائية ، وذلك عن طريق تسرب جزء من حمولة تلك السفن . ويعد البترول أخر المواد التي يمكن أن تتسرب من خلال ناقلات البترول ، ويسبب تلوث البيئة المائية .

أقسام التلوث المائي

يقسم التلوث المائي إلى أربعة أقسام ، وهي :

١ – التلوث الفيزيائي :

وينشأ هذا النوع من تلوث المياه نتيجة وجود المواد العضوية وغير العضوية العالقة بالمياه ، والتي تؤدي إلى تغيير لون وطعم ورائحة المياه .

ويعد ارتفاع درجة حرارة الماء نتيجة لصب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية في المسطحات المائية إحدي صور التلوث الفيزيائي والذي يعرف بـ "التلوث الحراري" . ويؤدي ذلك النوع من التلوث إلى نقص كمية غاز الأكسجين المذاب في المياه ، مما يؤدي إلى الإضرار بالأحياء المائية إلى الحد الذي قد يؤدي إلى هلاك أعداد كبيرة منها ، أو هلاكها جميعا .

وكما هو معروف ، فإن درجات ذوبان الغازات في المياه – وخاصة غاز الأكسجين (O_2) – تقل مع زيادة درجات الحرارية ويوضح

الجدول (١٠) ذائبية بعض الغازات في الماء عند درجات الحرارة المختلفة وتحت ضغط واحد جوي . ويتضح من هذا الجدول أن جميع الغازات المذكورة بالجدول تقل ذائبيتها في المياه بارتفاع درجة الحرارة ، ولو أن مقدار الانخفاض في الذائبية بارتفاع درجة الحرارة ليس منتظما . وعندما ترتفع درجة حرارة المياه ، فإن ذائبية غاز الأكسجين في هذه المياه سوف تقل (كما ذكرنا) ، ولكن هذه الزيادة في درجة الحرارة تزيد النشاطات الحيوية للأحياء المائية الموجودة بتلك المياه . وبناء علي ذلك ، فهناك عمليتان متضادتان تحدثان بسبب زيادة الحرارة . وينتج عن ذلك ، ازدياد التنفس علي كميات الأكسجين القليلة الذائبة (غاز الأكسجين غاز شحيح الذوبان في الماء) والمتناقصة ، مما يسبب أضرارا بالغة لا حصر لها علي جميع الأحياء المائية .

جدول (١٠) : معاملات الامتصاص لبعض الغازات في الماء عند درجات الحرارة المختلفة (سم^3 من الغاز / ١سم^3 من الماء عند ضغط واحد جوي .

م	درجة الحرارة / الغاز ورمزه		O°C	15°C	25°C	60°C	100°C
١	النوشادر	NH_3	1300	8.2	635	–	195
٢	كلوريد الهيدروجين	HCl	506	458	430	339	–
٣	ثاني اكسيد الكربون	CO_2	1.713	1.019	0.759	0.360	–
٤	الأكسجين	O_2	0.049	0.034	0.09	0.020	0.017
٥	النيتروجين	N_2	0.024	0.0184	0.014	0.010	0.010
٦	الهيدروجين	H_2	0.022	0.019	0.17	0.016	0.016
٧	الأرجون	Ar	0.058	0.040	0.031	–	–

٢ – التلوث الكيميائي

وينتج هذا النوع من التلوث عن وجود كميات زائدة من الأملاح المذابة والأحماض والقلويات والفلزات والمواد العضوية والأسمدة والمبيدات . فالفلزات – مثلا – يذوب معظمها في الماء إلى حد ما ، ومنها ماهو سام ، مثل : الباريوم والكادميوم والرصاص والزئبق . أما الفلزات غير السامة فتشمل : الكالسيوم والماغنسيوم والحديد والنحاس والصوديوم ، وتسبب زيادتها بعض الأمراض للإنسان . فزيادة تركيز الصوديوم – مثلا – تجعل الماء غير مستساغاً ، وتؤدي إلى مخاطر صحية لمرضى القلب والكلى ، كما تؤدي إلى تسمم النباتات .

ويبلغ عدد العناصر والمركبات الكيماوية المصنعة في نطاق واسع ، والتي تعد من المنتجات السامة ، أكثر من خمسمائة نوع . ولذلك ، سوف نقتصر الحديث هنا عن المخلفات الصناعية كملوثات وأثارها القاتلة على الكائنات الحية، وخاصة الإنسان ، حيث إن هذه المواد تؤثر على نمو وتكاثر تلك الكائنات . كما أن العديد من هذه العناصر والمركبات الكيميائية له قابلية التراكم في أجسام الكائنات الحية ؛ أي أن الكائن الحي لايستطيع التخلص من الكميات التي قد تكون ضئيلة جدا وغير سامة عند هذا التركيز . وباستمرار التعرض لهذا الملوث يزداد تركيزه في جسم الكائن الحي حتى يصل إلى درجة السمية . والتسمم قد لايحدث للكائن المركز لهذه السموم ، ولكن لكائن آخر يعتمد عليه في السلسلة الغذائية .

ومن الملوثات الكيميائية الناتجة عن عمليات الصناعة عنصر الزئبق . فالمصدر الرئيسي للتلوث بالزئبق هو النفايات الناتجة من خلايا التحليل الكهربي في صناعة هيدروكسيد الصوديوم وغاز الكلور . وتعد كمية

النفايات الناتجة ضئيلة جدا ، حيث تبلغ (٠,١) ملي جرام/ لتر في الماء المهدور (waste water) ، كما أن هذه الكمية تخفف أكثر بعد صبها في النهر (المجري المائي) ، ولقد وجد أن الأحياء الدقيقة تحول الزئبق غير العضوي إلى كاتيون ميثيل الزئبق. وهذا المركب يتحد بشدة مع البروتينات الموجودة في الجسم عن طريق مجموعة (SH–) التي توجد بها ، وهذا يؤدي إلى تركيزها في السلسلة الغذائية . ومن هنا ، يتضح ان مجرد تخفيف النفايات السامة قبل صبها في المياه قد لا يحل مشكلة التلوث .

والتسمم بالمركبات غير العضوية للزئبق يؤدي إلى حدوث خلل عصبي ، يسمي " رعشة هاتر " . أي " رعشة القبعة " . ويرجع هذا الاسم إلى أن الزئبق كان يستعمل كعامل مساعد في صناعة حشو القبعات . أما التعرض لعنصر الزئبق فيؤدي إلى الصداع والرعشة والتهاب المثانة ، وفقدان الذاكرة .

أما مركبات الزئبق العضوية ، وخاصة : ميثيل الزئبق ، فهو أكثر سمية لسهولة نفاذيته خلال الأغشية ، حيث يتركز في الدم ، ويؤثر علي العقل والجهاز العصبي المركزي .

ونذكر هنا كارثة "ميناماتا" في اليابان في عام ١٩٥٢ ، والتي مات فيها أكثر من ٢٥ شخصا ، واصيب المئات الآخرون بضرر دائم . وقد أتضح ان سبب ذلك هو إعتماد أفراد هذه القرية في غذائهم على الأسماك التي كانت تحتوي علي تركيزات مرتفعة من مركب الزئبق (CH_2HgSCH_3) ، وكان مصدر الزئبق هو مصنع محلي يستعمل أملاح [Hg(II)] كعامل حفاز في تحضيرالاسيتيلين من الاسيتالدهيد ، حيث كان يصب ذلك المصنع مخلفاته ونفايته في مياه البحيرة المجاورة ، مما تسبب في تلويث الأسماك التي تعيش في تلك البحيرة بمركبات الزئبق السامة .

وكذلك ، فإن الكادميوم (Cd) يعد من أخطر الملوثات لتشابهة مع الزئبق في أن له خواص تراكمية في أجسام الكائنات الحية ، حيث يتجمع في "كلي " الإنسان . كما أن هذا العنصر ومركباته يتحد مع مجموعة (SH-) في السيستين الموجودة في البروتين . ولذلك ، فهو يثبط نشاط الإنزيمات المحتوية على المجموعة (SH-) .

والرصاص ومركباته من الملوثات ذات الأثر التراكمي المميت والقاتل . ويعد الرصاص ومركباته من المواد السامة ، حيث أنه يتحد عن طريق مجموعات أكسو (OXO-gorups) التي توجد في الإنزيمات في جميع خطوات تخليق الهيم . وهو كذلك عامل مثبط لوظائف العديد من الإنزيمات . كما أنه مثبط لعمليات تخليق البروتين وذلك بتغيير طبيعة الـ (Transfer-RNA) . و كذلك يمكن للرصاص أن يكون متراكبات عن طريق الاتحاد بمجموعة (SH-) في الأنزيمات التي تحتويها ، وإن كانت درجة الاتحاد أقل حدة من حالات الزئبق والكادميوم .

ومن أعراض التسمم بالرصاص : المغص ، والمغص الكلوي ، والتشنج ، والصداع ، والأنيميا . كما يؤدي التسمم بالرصاص إلى حدوث خلل في المراكز العصبية. ومن طرق معالجة التسمم بالرصاص استعمال الكلابيات (Chelates) التي تكون متراكبات مع الرصاص ، مثل : (EDTA) .

والزرنيخ مثل باقي المعادن الثقيلة الأخرى ومركباتها ، فإن له تأثير ضار وسام على الكائنات الحية . والزرنيخ يدخل في عديد من الصناعات، ومن أهمها: صناعة المبيدات ؛ حيث تستخدم مركبات الزرنيخ كمبيد للأعشاب وللحد من الحشرات والحيوانات الضارة .

وفي الحقيقة ، فإن ما يزيد من حدة تأثير هذه المواد أنها تتراكم في جسم الكائن الحي ، وذلك بالاتحاد مع جزيئات البروتين والإنزيمات عن طريق المجموعات الوظيفية ، مما يؤدي إلى حدوث خلل في الوظائف الحيوية بجسم الإنسان ، مما قد يؤدي إلى موته .

٣ – التلوث الحيوي (البيولوجي)

وينشأ هذا النوع من التلوث نتيجة الإصابة بالملوثات الحيوية كالبكتيريا والفيروسات والطفيليات التي تسبب عديد من الأمراض والأوبئة . ومصدر هذه الملوثات فضلات الإنسان والحيوان ، حيث تنتقل هذه الملوثات إلى مجاري المياه من خلال الصرف الصحي أو الصرف الزراعي ، حيث تؤدي إلى إصابة الإنسان بأمراض عديدة ، مثل : الكوليرا وغيرها .

٤ – التلوث الإشعاعي :

في النصف الثاني من القرن العشرين الميلادي أزداد استخدام الطاقة النووية في أغراض متعددة ، مثل : استعمال النظائر المشعة في الأغراض العلاجية والبحثية والصناعية ، وما يصاحب ذلك من تسرب إشعاعي .

والمواد المشعة لها عواقب وخيمة علي الأحياء كافة ، حيث تكون المواد التي لها نصف عمر قصير (ثوان أو دقائق أو أيام ذات خطورة وقت إنتاجها ، ولكن ليس لها تأثير طويل المدى على البيئة . أما المواد المشعة ذات أنصاف الأعمار الطويلة (شهور أو سنين) ، فلها خطورة طويلة المدي علي البيئة ، وتعد أخطر أنواع المواد المشعة علي الإطلاق .

وقد الوقت الحالى ، ينحصر الاهتمام والقلق بصورة رئيسية حول التأثير البيئي للمواد المشعة والنفايات المشعة (Radioactive wastes)

الناتجة من استخدامات اليورانيوم . واليورانيوم مادة مشـــعة توجـد فـــي الطبيعة ، ولها نصف عمر يقدر بملايين السنين .

ولقد بدا الاهتمام بالتلوث الإشعاعي بعد الازدياد الكبير فـــي اســـتعمال الطاقة النووية مما أدي إلى ازدياد النفايات المشعة وتصريف بعضها فـــي مجاري المياه أو تسربها إلى مياه الشرب عن طريق المياه الجوفية وميـــاه الأمطار ، ولذلك ، فإن النفايات المشعة السائلة (Liquid waste) الناتجة من تشغيل المفاعلات النووية ، والنفايات الناتجة عـــن اســـتعمال النظـــائر المختلفة ، والمتساقطات (الهطل) المشع من اختبارات الأسلحة النووية ، قد أضاف كميات محسوسة من الإشعاعات فوق الخلفية الطبيعية .

ومن أهم المصادر (غير الطبيعية) للتلوث الإشعاعي ما يلي :

- استخراج الخامات .
- التفجيرات النووية .
- المفاعلات النووية .
- توليد الطاقة الكهربائية باستعمال الطاقة النووية .

طرق مكافحة تلوث المياه

وفي ضوء ما سبق ، كانت أهمية وضرورة المحافظـــة علـــي الميـــاه وحمايتها وصيانتها من جميع أنواع صور وأشكال التلوث التـــي يمكـــن أن تصيبها .

ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يأتي :

١ – عمل الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب مياه الصرف الصحي إلى ميـــاه الشرب أو مصادر المياه الطبيعية ، مثل : الأنهار . كذلك عـــدم إلقـــاء

مياه الصرف الصحي في مجاري المياه العذبة ، وتجريم ذلك قانونـــا ، وتحريم هذا السلوك.

٢ – التشديد على عدم صرف مخلفات المصانع ، سواء كانــت ســائلة أم صلبة أم غازية إلى المسطحات المائية . قبل معالجتها بطريقة مناسبة ، للإقلال من الآثار التلويثية لها علي تلك المسطحات .

٣ – الاهتمام بتنقية مياه الشرب والمياه التي تخلط مــع الأغذيــة أثنــاء التصنيع ، وحتمية مطابقتها للشروط الصحية في هذا الشأن . وكذلك ، الاهتمام بخزانات مياه الشرب بأسطح المنـــازل ، ومتابعــة صــيانتها وتنظيفها بطريقة دورية .

٤ – تحريم إلقاء الحيوانات الميتة في مجاري المياه ، وبخاصة العذبة منها ، مثل : الأنهار ، وتجريم ذلك السلوك .

٥ – عدم إلقاء القاذورات والمخلفات والمواد الصــلبة والبلاســتيكية فــي مجاري المياه .

٦ – نشر الوعي الصحي بين الفلاحين ، وجذب الانتباه إلى ضرورة عــدم تلويث مجاري المياه بفضلات الإنسان ، لما لهذه العادة السيئة من أثر سئ في تلويث المياه ، وجعلها إحدي وسائل انتقال العدوي بالأمراض الخطيرة ، مثل : البلهارسيا والكوليرا .

٧ – نشــــر الوعي الصحي بين المزارعين ، والتنبيه عليهم بضرورة عدم غسل آلات ومعدات رش المبيدات الحشرية في مياه الترع والقنوات .

٨ – عمل الاحتياطات اللازمة في أثناء سير ناقلات البترول العملاقــة فــي المجاري المائية ، وسرعة التحرك فيما لو حدث تســرب نفطــي مــن إحدي هذه الناقلات ، لتلافي الأخطار البيئية – أو التقليل منهــا قــدر الإمكان – الناشئة عن تلوث المياه بالنفط .

٩ – اتخاذ كافة الإجراءات اللازمة نحو تطبيق القانون الخاص بحماية المجاري المائية من التلوث ، وبخاصة الأنهار .

١٠ – إنشاء مراكز قياسات ثابتة علي المجاري المائية ؛ لمراقبة التلوث الذي يطرأ علي هذه المجاري .

١١ – ضرورة عمل صرف خاص بمخلفات المعامل العلمية ، وبعض المصانع ، مثل : مصانع الكيماويات والأسمدة والبطاريات ، حيث تجمع تلك المخلفات في أماكن خاصة ، ويتم معالجتها ، ثم تصريفها إلى المناطق الصحراوية بعيدا عن مجاري المياه الطبيعية .

١٢– مكافحة جميع صور التلوث الأخرى ، فالهواء الملوث بأكاسيد النيتروجين والكبريت مثلا ، يؤدي إلى تكوين "المطر الحمضي" ؛ الذي يتسبب بدوره في تلويث المسطحات المائية .

١٣ – تجريم ما تقوم به بعض الدول المتقدمة من إلقاء مخلفاتها الصناعية والنووية بالقرب من سواحل بعض البلاد النامية ، وفي مياها الإقليمية .

١٤ – تجريم استخدام مجاري المياه ، مثل : الأنهار "كحمامات" لتنظيف أجسام الحيوانات ، وفرض الغرامات المناسبة على مرتكبي هذه السلوكيات .

١٥ – يجب عدم التبول أو التبرز أو الوضوء أو الاستحمام أو غسل الأواني أو الملابس في مياه الترع . كذلك يجب عدم السير حفاة الأقدام في أراضي مروية بمياه الترع .

التلوث الإشعاعي

يقصد بالتلوث الإشعاعي وجود قدر من المواد المشعة المصنعة في البيئة سواء في التربة أم في مواد المسكن أم في الهواء أم في الطعام والماء ، ويقصد بالمواد المشعة المصنعة تلك المواد التي انتجها الإنسان باستخدام المعجلات أو المفاعلات النووية ليستخدمها في توليد الطاقة من المصادر النووية أو في الإغراض الطبية أو الصناعية أو الزراعية أو غيرها ، وهذه تختلف عن المواد المشعة الطبيعية التي خلقها الخالق سبحانه وتعالي في البيئة التي نعيش فيها وتتمثل أساسا في نظائر اليورانيوم والثوريوم ونواتج تفككها وفي البوتاسيوم ، ويتفاوت تركيز هذه المواد الشمعة الطبيعية في البيئة تفاوتا كبيرا وقد تسبب أخطار إشعاعية فادحة للبشر الذي يقطنون تلك البيئة إلا إن هذه المواد لا تندرج ضمن مواد التلوث الإشعاعي لأنها طبيعية وليست مصنعة واشعاعها في جو الأرض مقدر من عند الله سبحانه وتعالى من غير ضرر علي البشرية يقول تعالى " وكل شئ خلقناه بقدر " ... صدق الله العظيم .

مصادر التلوث الإشعاعي

١- التفجيرات الجوية

تعتبر التفجيرات الجوية من الأنشطة المساهمة في التلوث الاشعاعي للبيئة ففي خضم سباق التسلح في العالم تمت سلستان من تجارب التفجيرات النووية في الجو ، وكانت السلسلة الأولي في الخمسينيات من القرن

العشرين عندما قامت كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي -حينذاك- والمملكة المتحدة بإجراء عدد كبير من تجاب التفجيرات النووية ، وتمت السلسلة الثانية التي كانت أعظم أثرا في تلوث البيئة في بداية الستينات من نفس القرن .

وحتى عام ١٩٨٠ بلغ عدد التفجيرات النووية جو الأرض حوالي ٤٥٠ تفجيرا شكل في مجملها قوة تدميرية هائلة بلغت ٥٤٥ ميجاطن من المواد شديدة الانفجار .

وبعد عام ١٩٨٠ أصبحت جميع التجارب النووية تجري تحت سطح الأرض ، ولقد تم اجراء ١٠٠٠ تفجير نووي تحت سطح الأرض وحتى عام ١٩٩٠م. وبذلك يكون اجمالي القدرة التدميرية التي اجريت منذ بدء التجارب النووية في الجو وتحت سطح الأرض هو ٦٢٥ ميجا طن وهذا المقدار ضئيل بالنسبة لترسانة الاسلحة النووية في العالم وتبعا لنوع التفجير النووي تتولد كمية هائلة من نواتج الانشطار المشعة وتتساقط فضلات الانشطار علي سطح الأرض وتعلق غالبية النواتج المشعة اي الطبقة السفلي من الغلاف الجوية حيث تحمل الرياح هذه النواتج المشعة إلي جميع ارجاء الكرة الارضية عند نفس الارتفاع تقريبا ومع الانتقال يتساقط جزء من هذه المواد علي سطح الأرض بالتدريج ويندفع الجزء الاخر من هذه المواد المشعة إلي الطبقة التالية بارتفاع ١٠ - ٤٠كم حيث تبقي شهورا طويلة وتعود فتتساقط علي سطح الأرض من جديد .

وتتضمن الأنواع المختلفة من التساقط الذري هذه الناتجة عن التفجيرات النووية كثير من المواد الملوثة من أهمها الكربون والسيزيوم

والزركونيوم والسترونشيوم والسلينيوم واليود الذي ينطلق بكميات هائلة عن التفجيرات الانشطارية .

٢ - التفجيرات الأرضية :

ينتج عن التفجيرات التي تجري تحت سطح الأرض عند مئات من المواد المشعة إلا إنها لاتخرج من باطن الأرض وتبقى حبيسة هناك باستثناء اليورانيوم ١٣١ المشع اليوم ١٣١ المشع الذى تخرج منه نسبة ضئيلة إلي سطح الأرض فتلوثه .

دورة الوقود

يكمن المصدر الثالث للتلوث الإشعاعي للبيئة في مفاعلات إنتاج القوي الكهربائية وفي منشآت دورة الوقود النووي المرتبطة به سواء بسبب التشغيل الروتيني الذى يمثل نسبة ضئيلة من التلوث أو بسبب وقوع الحوادث النووية في هذه المنشآت وتمثل النسبة ألكبري للتلوث الاشعاعي ويمكن إن تنطلق إلي البيئة كمية من المواد المشعة الملوثة في كل مرحلة من المراحل المختلفة لدورة الوقود وهي:

(شكل 1)
تسرب الملوثات للبيئة من مفاعلات إنتاج القوي الكهربائية

المرحلة الاولي : ويتم فيها استخراج اليورانيوم من الأرض حيث يتم استخراج نصف الخام منه من المناجم المفتوحة والنصف

الاخر من مناجم في باطن الأرض . ويخزن الخام في كـلا الحالتين بالقرب من المطاحن التي تسهم بالقرب الأكبر من التلوث نتيجة لكبر حجم المخلفات التي تنتج عنها .

- المرحلة الثانية : ويتم فيها معالجة اليورانيوم بعمليات تنقية وعمليات اثراء لزيادة نسبة اليورانيوم وينتج عن هذه العمليـات انطـلاق كميات قليلة نسبيا من لنويدات المشعة للبيئة وغالبـا مـا تكون في شكل سائل أو غاز .

- المرحلة الثالثة : ويتم فيها تكوين بضع مئات من النويدات الشمعة دخل قلب المفاعل اثناء التشغيل الروتيني نتيجة لعمليـات الانشـطار والتشعيع ، وتتفاوت كمية هذه النويدات المشعة داخل قلب المفاعل تبعا لنوعية وقدرته وزن تشغيله ويبلـغ مخـزون النويدات المشعة بعد فترة تشغيل كافية داخل مفاعلات الماء المضغوط أو مفـاعلات المـاء الخفيـف بقـدرة ١٠٠٠ ميجاوات حوالي ١ × ١٠ ^١٩^ بيكـرل وحتـى ٤ × ١٠ ^١٩^ بيكرل .

- المرحلة الرابعة : وتبدأ باعادة معالجة الوقود المستهلك لفصل اليورانيوم والبلوتنيوم الناتجين لاعادة استخدمهما ويتم هذا العمل في عدد محدود من المصانع في العالم أهمها في فرنسا والمملكة المتحدة وتؤدي اعادة معالجة الوقود إلي انطلاق كميات من النويدات المشعة للبيئة وبعض المواد الاخري التي تصدر جسيمات بيتا والفا .

المرحلة الخامسة : وتتمثل في التخلص من النفايات المشعة عالية المستوى الإشعاعي بعد عمليات الفصل التي تتم في المرحلة الرابعة وحتى الآن لم يتم التخلص من هـذه النفايـات الخطيـرة ومازالت السلطات الوطنية تختزنها بحثا عن انسب الطرق للتخلص منها .

الحوادث النووية

تحدث انطلاقات وتسربات كبيرة للمواد المشعة إلي البيئة نتيجة لوقوع حوادث نووية في المفاعلات أو المصانع المختلفة . الناجم عن هذه الحوادث سوف نستعرض اهم الحوادث التي حدثت ومقدار التسرب الناتج من المواد المشعة الملوثة للبيئة في كل منها وذلك علي النحو التالي :

وذلك كالتي حدثت في كل من :

١ – كيشيتم ١٩٥٧م بجنوب جبال الاورال بروسيا وقد وقع في مصنع عسكري لاعادة المعالجة .

٢ – مفاعل وندسيكل بالمملكة المتحدة عام ١٩٥٧.

٣ – مفاعل ثري مايل آيلند بالولايات المتحدة ١٩٧٩

٤ – مفاعل تشرنوبل باكرانيا عام ١٩٨٦ .

وغيرهما من حوادث المفاعلات في الدول النووية . ويعتبـر التلـوث الإشعاعي الناجم عن توليد القوي النووية ودورة اوقود والحوادث المرتبطة بها غير قاصر علي منطقة المنشأة النووية فحسب وانما يتعداها إلي حـدود بعيدة تصل إلي عدة الاف من الكيلومترات .

وأيضا حوادث نووية ادت إلي حدوث تلوث إشعاعي للبيئة بالرغم من انها غير مرتبطة بانتاج الطاقة ومنها :

١ – حادث تصادم طائرتين حربيتين في اسبانيا عام ١٩٦٦ تحملان قنبلتين اندماجيتين (هيدروجينيتين) حيث أدي الحادث إلي احتراق القنبلتين وانتشار اليورانيوم والبلوتونيوم في منطقة واسعة من الأرض وتلوثها بشدة.

٢ – حادث تصادم لطائرة كانت تحمل أربع قنابل نووية في جريلاند عام ١٩٦٨ حيث حديثت الانفجارات في الجليد .

٣ – حادث احتراق القمر الصناعي عام ١٩٦٤م اثناء عودته للغلاف الجوي فانصهر البلوتونيوم المستخدم فيه كمصدر للطاقة .

٤ – حوادث سقوط الاقمار الصناعية علي ساحل كاليفورنيا عام ١٩٦٨، وفي المحيط الهادي عام ١٩٧٠ وما تلاهم من حوادث سقوط الأقمار الصناعية علي الأرض .

وهناك حوادث اشعاعية اخري ملوثة للبيئة حدثت علي الأرض من جراء الاستخدامات الطبية والصناعية علي سبيل المثال ما يلي :

١ – حادثة جواريز بالمكسيك عام ١٩٨٣ حيث تم التخلص من مصدر كوبلت ٦٠ من عيادة طبيب بطريقة خاطئة فسلك المصدر طريقه مع نفايات الخردة التي دخلت في تصنيع منتجات من الصلب وتعرض عدد من البشر يتراوح ما بين ٣٠٠ إلي ٥٠٠ فرد لجرعات اشعاعية عالية.

٢ - حادث اختبار لحام الانابيب في الحمدية بالمغرب عام ١٩٨٤ حيث سقط مصدر ايريديوم ١٩٢ يستخدم في تصوير واختبار لحام الانابيب من مكانه إلي الأرض فالتقطه احد المارة وأخذه معه إلي المنزل باعتباره قطعة معدنية وكانت النتيجة موت افراد الاسرة الثمانية جميعا بسبب التعرض الإشعاعي .

٣ - حادث جانيا بالبرازيل عام ١٩٨٧ والذي نتج عن مصدر سيزيوم ١٣٧ يستخدم للاغراض الطبية حيث فتح المصدر عند انتقاله للنفايات وتلوثت منطقة بأكملها بالسيزيوم ووصل مسحوق السيزيوم إلي داخل أجسام عدد كبير من البشر وراح ضحيته ٤ افراد بخلاف انقاذ ٥٤ شخصا تعرضوا لجرعات اشعاعية .

٤ - حوادث عديدة من هذا النوع حدثت في اماكن متفرقة من العالم في الحروب مثل حروب الخليج في التسعينيات من القرن العشرين .

مسالك المواد المشعة إلي الإنسان

يمثل التلوث اكبر المخاطر عند تساقط المواد المشعة بتركيز عالي في الأراضي الآهلة بالسكان ويؤثر إما بطريقة مباشرة بسبب تعرض الإنسان للاشعاعات الصادرة عن هذه المواد وإما بطريقة غير مباشرة عن طريق انتقال هذه المواد المشعة إلي داخل جسم الإنسان مع السلسلة الغذائية والماء والهواء . فعند تساقط المواد المشعة علي النباتات أو التربة التي تزرع عليها فإنها تنتقل في النهاية إلي الإنسان .

ويتفاوت تركيز المواد المشعة المختلفة في الأنــواع المختلفــة مــن النباتات كما يتفاوت تركيز هذه المواد في الأعضـــاء البشــرية والحيوانيـــة المختلفة . فعلي سبيل المثال يلاحظ إن البقول تركز السيزيوم بنسب عالية . كذلك تتركز المواد المشعة المختلفة في الحيوانات المختلفة بنسب متفاوتة ، فنجد مثلا إن الماعز وحيوانات الرنة أكثر تركيزا لــبعض المــواد المشــعة مقارنة بالابقار في حين يلاحظ إن الدجاج يعد من اقل منتجات اللحوم تركيزا لهذه المواد خاصة السيزيوم .

وتنتشر المواد المشعة في البيئة في شكل املاح قابلة للذوبان فى الماء فى معظم الاحيان . وعند دخول هذه الاملاح سواء عن رطيــق البلــع مــع الغذاء أو عن طريق التنفس مع الهواء تنتقل إلي الدم مــن خــلال عمليـــة الامتصاص الغذائي أو من خلال عملية تبادل الغازات في الرئتين . وتنتقــل المواد المشعة الذائبة في الماء مع الدم عبر الدورة الدمويـــة إلـــي جميـــع اعضاء وانسجة الجسم وتتوزع عليها . وتقوم الاعضاء والانسجة المختلفة بتركيز تلك المواد بنسب متفاوتة . فمثلا يتركز السيزيوم أساسا في الانسجة العضلية كما يفرز بنسب عالية مع الالبان سواء كانت ألبان الماشية ام لبن الام المرضعة . إما عنصر الســترونشيوم ٩٠ فيتركز على اسطح العظــام محدثا تلفا كبيرا للنخاع العظمي الاحمر مما يؤثر علي إنتاج كريــات الــدم البيضاء . واما اليود المشع فيتركز بدرجة عالية في الغدة الدرقية وفي حين يتركز عنصر البلوتونيوم في الكبد والعظام وتتركز املاح اليورانيــوم فـــي الكلي والكبد .

لقد اهتمت الهيئات العلمية والدولية خاصـــة اللجنـــة العلميـــة للأمـــم المتحدة المعنية باثار الاشعاع المؤين واللجنة الدولية للحماية من الاشــعاع

بمخاطر التلوث الإشعاعي وقد تمكنت هذه الهيئات من جمع كم هائـــل مـــن البيانات حول حجم الانطلاقات المختلفة إلي البيئة من كثير مـــن المصـــادر المنتجة للتلوث الإشعاعي وحول نتائج القياسات الاشعاعية والمسح المستمر لتركيز المواد المشعة في البيئة ، وقد تمكنت هذه الهيئات من تقويم الأخطار ومازالت هذه الهيئات تعمل من اجل تقويم المخاطر بطريقة اشـــمل بعـــد إن توفر جميع الدول البيانات الحقيقية والدقيقة وحجم الانطلاقات الواقعة .

الاثار الوراثية للتلوث الاشعاعي

إن للإشعاع اثارا وراثية ، وتنقسم الاثار الوراثيــة إلــي مجمــوعتين رئيسيتين تحدث الاولي نتجية وقوع خلل في الكروموســومات يتمثــل فــي حدوث تغيير عددها أو تركيبها اما المجموعة الثانية فتنــتج عــن حــدوث طفرات في المورثات ذاتها .

ومن الجدير بالذكر انه عندما يتعرض الذكور فقــط لجرعــة مكافئــة مقدارها ١ سيفرت من الاشعاعات المنخفضة فانه يترتب علي ذلك حدوث ما بين ١٠٠٠ إلي ٢٠٠٠ طفرة حادة وما بين ٣٠ إلي ١٠٠٠ اثر حادث ناتج عن خلل في الكروموسومات وذلك في كل مليون ولادة في حــين ان عــدد الطفرات يتراوح ما بين صفر إلي ٩٠٠ لكل مليون ولادة في حين يتــراوح عدد حالات خلل الكروموسومي ما بين صفر إلي ٣٠٠ حالة لكــل مليــون ولادة في النساء .

كما أن التعرض المستمر للإشعاع لمدة جيل واحد يــؤدي إلــي نحــو ٢٠٠٠ حالة حادة من الامراض الوراثية لكل مليون مولــود تعــرض احــد ابوية للإشعاع .

تم تأسيس اللجنة الدولية للحماية الاشعاعية عام ١٩٢٨ حيــث التــي قامت باصدار توصياتها في وضع مواصفات العمل فــي مجــال الاشــعاع . واستمرت هذه اللجنة إلي يومنا هذا فــي تطــوير التعليمــات والتوصــيات الخاصة بكل ما يتعلق بالإشعاع مع غيرها من الهيئات الدولية والوطنية مثل الهيئة الدولية لوحدات الاشعاع وقياسه والوكالة الدولية للطاقة الذرية والتي يرأسها الان (عام ٢٠٠٥م) ومنذ اكثر من اربع ســنوات العــالم المصــري

الاستاذ الدكتور/ محمد البرادعي ، كما قامت منظمة الامم المتحدة بانشاء اللجنة العلمية لتأثير الاشعاع الذري ومنظمة العمل الدولية ومنظمة الصحة العالمية ولقد لقي الاشعاع وتأثيراته وطرق الوقاية منه اهتماماً كبيراً .

وحماية الإنسان والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاع ، الجسدية منها والوراثية . مع السماح للاستخدامات المفيدة للإشعاع والمواد المشعة بالاستمرار هو هدف الهيئات السابق ذكرها ولقد تم وضع البرامج الخاصة للحماية من الاشعاعات والتي تهدف الي

١ – تبرير الاعمال التي تتضمن التعرض للاشعاعات .

٢ – تقليل حدوث التأثيرات التي تتولد في الشخص المتعرض للإشعاع كاحمرار الجلد والحروق الاشعاعية والمرض الإشعاعي وفقد المناعة.

٣ – تخفيض حدوث التأثيرات التي لايوجد لها حد آمن من التعرض الإشعاعي ، لهذا لايمكن اعتبار أي تعرض للإشعاع مهما قل بأنه آمن إلا إن خطورته ويزداد احتمال ظهور تلك التأثيرات مع ازدياد جرعة الاشعاع .

الجرعات الاشعاعية

لقد قامت الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية عام ٧٧ بإصدار توصياتها بوضع نظام لتحديد الجرعات الإشعاعية للإنسان . وتشتمل الجوانب الرئيسية لنظام تحديد الجرعة الاشعاعية علي الآتي :

١ – التبرير :

يجب إلا يتم القيام باي عمل في ميدان الاشعاع أو تتم الموافقة عليه مالم تحققه منه منفعة ايجابية .

وعلى ذلك يمكن تبرير العمل المتضمن التعرض للإشعاع بدراسة مزاياه ومساوئه للتأكد من إن الضرر الكلي الذي ينتج عن العمل المقترح يكون اقل بصورة من مزايا استخدامه . فإذا فرض أن :

الفائدة الصافية (أ) والفائدة الكلية (ب) وكلفة الإنتاج (جـ) وكلفة الحصول علي مستوي مختار من الوقاية (د) وكلفة الضرر الناتج عن التشغيل أو الإنتاج والتخلص من الإنتاج (هـ) . فيمكن وضع معادلة الضرر والفائدة علي النحو التالي :

أ = ب - (جـ + د + هـ)

وتعتبر حساب الحدود في المعادلة المذكورة لغرض التقدير المطلق اللازم لتبرير العمل بالاشعاعات ليس سهلا لذلك يتم اللجوء الي التقدير النسبي الذي يتم بالمقارنة مع مبررات الطرق البديلة عن الاشعاع .

٢ - الحالة المثلي للحماية الاشعاعية :

إن جميع حالات التعرض للإشعاع في أي مجتمع يجب خفضها إلي اقل قدر ممكن ، ولمعرفة ما إذا كان خفض التعرض للإشعاع قد تم بصورة معقولة ام لا فإن من الضروري الاخذ في الحسبان الموازنة بين زيادة الفائدة من هذا الخفض وزيادة التكاليف . ولزيادة الفائدة الصافية إلي اقصي قدر ممكن يؤخذ تفاضل معادلة التكلفة والفائدة بالنسبة لمتغير غير معتمد يعرف بالجرع المكافئة المتجمعة .

تعتبر الحماية من الاشعاع مثالية عندما يكون مجموع تكاليف الوقاية (د) وتكاليف الضرر من الاشعاع (ب) اقل ما يمكن ويساعد في عملية التقويم المستند إلي معادلة التفاضل المشار اليها وضع قيمة نقدية للجرعة المتجمعة .

وبالتالي عند تصميم مصادر الاشعاع ووضع خططا استخدامها وتشغيل المنشأة ينبغي إن يكون تقليل بطريقة التعرض للإشعاع مع الأخذ في الحساب العوامل الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع .

معالجة الطوارئ الاشعاعية :

الطارئ الاشعاعي هو أي حالة تؤدي إلي خطر إشعاعي غير متوقع ، كما حدث في حادث مفاعل تشرنوبل سنة ١٩٨٦ وقد يحدث الطارئ الاشعاعي للأسباب الاتية :

١ – انفجار الحواجز الواقية ، حيث يؤدي إلي مستويات عالية من الاشعاع .

٢ – انفجار الوعاء الحاوي ، حيث يؤدي إلي انطلاق المواد المشعة .

٣ – التولد السريع لمصدر مشع كبير مع مستويات عالية من الاشعاع .

وما سبق أن ذكرناه قد ينجم لاسباب تقليدية مثل خلل ميكانيكية أو حريق أو فيضان أو حادث نقل أو عوامل بشرية أو غيرها .

ومن الامور الهامة اكتشاف اية حالة غير طبيعية في المنشأة الاشعاعية وبسرعة فإذا ما اكتشف مثلا حادث فقدان حواجز واقية مباشرة وتم الاخلاء الفوري فان الجرعة المتعرض لها العاملين ستكون صغيرة جدا اما اذا كان عمال التشغيل ممن هم عرضة للإشعاع ليس علي دراية بالحادث فقد يتعرضوا لجرعات عالية جدا قد تكون قاتلة أو علي الاقل مسببة للأمراض السرطانية .

وينبغي التخطيط المسبق للتعامل مع حالات الطوارئ في مرحلة التصميم لأي منشأة نووية .

طرق تحول وتكسير الملوثات البيئيه

تنقسم طرق التخلص من الملوثات البيئيه إلى نوعين من التفاعلات هما التفاعلات بيولوجيه والتفاعلات كيميائيه (غير بيولوجيه)

اولا:التفاعلات البيولوجيه (Biotic actions)

تتم هذه التفاعلات بواسطة الكائنات الحيه الدقيقه في الوسط المائى والبيئات الارضيه وهى تؤدى إلى تحويل حيوى أو تكسير حيوى للانواع المختلفه من الملوثات وتتم هذه التحولات اما بواسطة الميكروبات أو الكائنات الحيه الدقيفه الاخرى مثل البكتريا أو الطحالب أو الفطريات.

البكتريا (Bacteria) :

هى كائنات حيه تحتوى على خليه واحده وتوجد في المياة والتربه والهواء وتتغذى على انواع مختلفه من المواد الكيميائيه .

الطحالب (Algea)

هي عبارة عن كائنات حية تحتوي على مادة الكلوروفيل التي تمكنها من صنع غذائها بنفسها بواسطة عملية البناء الضوئي وفيها تحول المواد غير العضوية إلى مواد عضوية تتغذى عليها و تختزن بداخلها الطاقة. والطحالب توجد في بيئة المياه العذبة و المالحة وفي التربة والأنظمة البيئية الأخرى.

الفطريات: (Fungi).

هي كائنات أكبر حجما من البكتريا لا تحتوي على مادة الكلوروفيل وتتميز بأنها تهضم الطعام خارج جسمها (ليس في معدة) وذلك بواسطة إفراز احماض تذيب خلايا الطعام ثم بعد اتمام عملية الهضم يتم امتصاص هذا الطعام داخل الجسم. وتتغذى الفطريات على معظم النفايات الموجودة في التربة وذلك بعد تحليلها.

ومن الواضح ان هذه الكائنات الحية الدقيقة المختلفة تعتمد في غذائها على المواد الكيميائية الموجودة طبيعيا في البيئة بالإضافة إلى المواد الكيميائية الملوثة للبيئة وبذلك تسهم في التخلص من ملوثات البيئة بطريقة طبيعية .

انواع تفاعلات التكسير البيولوجيه

تنقسم هذه التفاعلات من حيث قدرة الكائن الحى على تكسير أو تحويل المواد الملوثه إلى ثلاثة انواع هى:

أ- تكسير بيولوجى اولى:

وهى التفاعلات التي يحدث فيها تغيرات بسيطه في طبيعة المركب الكييمائى.

ب- تكسير بيولوجي مقبول

هي تفاعلات يتم فيها ازالة بعض الخواص الغير مرغوبة في المركب مثل خاصية التسمم وبعض الخواص الاخرى.

ج- تكسير بيولوجي نهائي

وهي التفاعلات التي يتم فيها تكسير المركب الكيميائي تماما وتحويله إلى ثاني اكسيد الكربون والماء وهذه العملية تسمى بالتمعدن (Mineralization)

ثانيا: التفاعلات الكيميائية (Abiotic Reaction)

وهي التفاعلات التي يتم فيها تحويل أو تكسير المواد الملوثة إلى مواد اقل ضررا بدون فعل الميكروبات أو الكائنات الحية الدقيقة.

وتنقسم هذه التفاعلات إلى عدة انواع منها:

1- تكسير أو تحويل الملوثات بواسطة تفاعلات الاكسدة و الاختزال

هذه التفاعلات تتم عن طريق فقد المادة لبعض الكتروناتها أواكتسابها أكسجين. ومن المعروف أنه عندما تتأكسد مادة فان المادة الاخرى تختزل. وهذه المادة التي تم أكسدتها تسمى عامل مختزل والمادة التي قامت بالاكسدة تسمى عامل مؤكسد. وحيث ان هذه التفاعلات تتم في غياب الكائنات الحية الدقيقة، فان اكسدة المواد الملوثة تتم بواسطة الاكسجين الذائب في الماء.

وأوضحت الدراسات ان وجود الاكسجين يؤدي إلى اكسدة الملوثات الكيميائية مثل الهيدروكربونات الاليفاتية والاروماتية، والكحولات الالدهيدات والكيتونات والفينولات والمركبات العضوية غير متجانسة الحلقة المحتوية على نيتروجين وكبريت.

ومن ناحية اخرى فان بعض الموثات الاخرى مثل المركبات الاروماتية المحتوية على النيتروجين ومركبات الازو ومركبات الكوينين واكاسيد السلفوكسون والملوثات الاروماتية والاليفاتية المحتوية على الكلوريتم تكسيرها بواسطة تفاعلات الاختزال.

ومن الملاحظ ان عملية اكسدة الملوثات في البيئة طبيعية تتم بواسطة كلا من الاكسجين والعوامل المختزلة الاخرى مثل اكاسيد الحديد والمنجنيز وغاز الاوزون وفوق اكسيد الهيدروجين وشق الهيدروكسيد. وقد وجد ان املاح الحديدوز والمنجنيز من اكثر العوامل المؤكسدة للملوثات العضوية.

وهكذا نلاحظ ان عملية أكسدة الملوثات من العمليات الهامة التي تساهم في التخلص من الملوثات في الغلاف الجوي بواسطة غاز الاكسجين والاوزون وأيضا في بيئة المياه بواسطة العوامل المؤكسدة الاخرى وهنا تكون قيمة الاس الهيدروجين (pH) للوسط المائى من العوامل الهامه التي تعتمد عليها هذه التفاعلات.

٢-تكسير أو تحويل الملوثات بواسطة تفاعلات التحلل المائى (Hydrolysis)

تفاعلات التحلل المائى هى التفاعلات التي يتخذ فيها جزئ الماء أو ايون الهيدروكسيد (OH^-) مع حزىء الماده الكيميائية وهذا ما يؤدي إلى تكوين نوع من الروابط الجديدة وتكسير لبعض الروابط الموجودة في المادة الكيميائية, وبذلك تحدث لها تكسير أو تحول مكونه مادة جديدة - تختلف في خواصها عن المادة الاصلي- وتكون في أغلب الاحيان غير ضارة أو على الاقل تأثيرها أقل من المادة الاصلية.

ومن أهم العوامل التي تقلل تأثير المواد الملوثة عندما تتحلل بالماء هو تكوين روابط جديدة بين مجموعة الهيدروكسيد (OH-) وبين المركب والتي تؤدي إلى زيادة ذوبانية المركب الجديد في الماء وهذا ما يجعله أقل ضررا بصحة الكائنات الحية.

وأثبتت الدراسات أن كلا من مركبات الهيدروكربونات المحتوية على ذرات الهالوجين ومركبات الايبوكسيد واسترات الفوسفور وكذلك مشتقات الاحماض الكربوكسيلية تتكسر وتتحول بواسطة تفاعلات التحلل المائي مما يوضح أهمية هذه التفاعلات في ازالة اثار الملوثات من البيئة .

٣- تكسير وانحلال الملوثات الكيميائية بواسطة الضوء (Photolysis)

تحدث تفاعلات الانحلال الضوئي للمواد الكيميائية التي تمتص الضوء اما بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة.

فعندما تمتص المادة الطاقة الضوئية تتحول إلى حالة مثارة تؤدي إلى انحلالها إلى جزئيات أصغر من المركب الأصلي.

وقد وجد أن اهتزازات ودورانات جزيئات المادة تزداد عندما تمتص الشعاع الضوئي وتتحول إلى الحالة المثارة التي تؤدي إلى انحلال المادة إلى جزئيات أصغر من المركب الأصلي.

المواد الكيميائية ذات النشاط الضوئي

المادة الكيميائية التي يحدث لها تغيرا في الحالة الكترونية ناتج عن امتصاصها لاشعة الضوء ، تسمى بالمواد النشطة كيميائيا.

ومن المعروف ان الاكترونات داخل كل مادة تتوزع في مدارات تعرف بالمدارات الاكترونية ، وكل مدار له طاقة معينة . والمادة تتحول إلى الحالة المثارة عندما تمتص الطاقة الضوئية التي تعمل على زيادة طاقة هذه الالكترونات مما يؤدي إلى سرعة انتقالها إلى مدارات مختلفة . وهذه الانتقالات الاكترونية يمكن ان تؤدي إلى انحلال المادة انحلالا ضوئيا يؤدي إلى حدوث تغير كيميائي ضوئي (Photochemical change)

شروط حدوث تغير كيميائي ضوئي للمادة:-

حيث ان المادة الكيميائية يوجد بها إلكترونات تدور في مدارات مختلفة ويمكن لها ان تنتقل بين هذه المدارات عندما تمتص أو تفقد طاقه, ويتم انتقال إلكترون بين مدارين اذا كانت طاقته تساوي الفرق في الطاقة بين هذين المدارين.

لذلك فإن هناك شرطين أساسين لحدوث التغير الكيميائي الضوئي للمادة عندما تمتص الضوء هما :-

1- أن تكون طاقة الشعاع الضوئي الذي تمتصه المادة مطابقة لفرق الطاقة بين المدارين اللذين تنتقل بينهما الإلكترونات.

وقد وجد أن طاقة أشعة الضوء المرئي والاشعة فوق البنفسجية مطابقة لفرق الطاقة بين مدارات الجزيئات. لذلك فان امتصاص المادة لهذه الاشعة يؤدي إلى تغير كيميائي ضوئي ينتج عنه انحلال هذه المادة إلى جزيئات مختلفة.

٢- أن تحتوي المادة الكيميائية على مجموعات حاملة للضوء تعرف بالكروموفر (Chromophore)

والمجموعات الحاملة للضوء (كروموفور) هي مجموعات تساعد المركب على امتصاص الضوء مثل مجموعات الكيتون (C=0<) ومجموعات الازو (-N=N-) .

والجدول التالي يوضح بعض أنواع المجموعات الحاملة للضوء و أقصى طول موجب يمكن أن تمتصه هذه المجموعات ومعامل الامتصاصية لبعض المجموعات .

المجموعة	الطول الموجي لأقصى امتصاص (نانومتر)	معامل الامتصاصية المولارية
>C=0	٢٩٥	15
>C=S	٤٦٠	ضعيف
-N=N-	٣٤٧	١٥
⬡⬡ (بنزين - بنزين)	٣١١ ٢٧٠	٢٥٠ ٥٠٠٠
C=C-C=O	٣٣٠	٢٠

والجدول السابق يوضح أن المجموعات المختلفة تمتص أشعة الضوء عند أطوال موجيه (λ) مختلفة.

والأطوال الضوئية المختلفة تكون طاقة الضوء(E) عندها مختلفة والمعروف أن طاقة الضوء تتناسب طرديا مع تردده (υ) ولا يمكن أن تحدث الكسيرات والتحولات الضوئية للجزيء الممتص للضوء إلا إذا كانت الأشعة الممتصة لها طاقة تكفي لحدوث مثل هذه التحولات.

طرق مواجهة التلوث

وهكذا ، وكما رأينا من خلال الفصول السابقة، أن الإنسان قـد أفسـد كـل شئ.. ولوث كل شئ .. ولم يبقى شئ .. إلا .. وقد شابه شئ من التلـوث والفساد. وكانت ذريعة الإنسان في ذلك أنـه يطـور مـن أنمـاط حياتـه ليسـايـر البيئة التى يعيش فيها ، ولكنه نسى أو تناسى وهو فـي سبيلـه لذلك ، أن للطبيعة نواميس سنها الخـالق عـز وجـل ، وأن الإخلال بتلك النواميس يؤدى إلى تحولات كبيرة في المناخ والطقس تنعكس آثارها على ألوان الحياة كلها .

وقد بدأ الإنسان يستشعر الآن ويدرك مخاطر ما اقترفه في حق بيئته، وفـى حق المخلوقات الأخرى التى تشاركه فى ذلك الكون الفسـيح. وبقـدر مـا استطاع من أن يحدد المشكلة وأبعادها الخطيرة ، إلا أنه مازال عاجزاً عـن مواجهتها أو الحد من خطورتها والتغلب عليها.

لقد إستشرى خطر التلوث، وأصاب كل شئ ولم يبق شئ لم يصـبه التلوث. لقد أصبح التلوث فيروس ذلك العصر ، فيـروس ينتشـر وينتشـر بسرعة مذهلة ليصيب الجميع، مسبباً وباء، لا تدرى كيف نواجهه؟! ونحن الذين ساعدنا علـى وجـوده وسـرعة إنتشـاره، عنـدما هيأنـا لـه الأجـواء المناسبـة. فالتلوث فيـروس فتـاك لا

يميز، ولا يدرك، فهو يحطم كل ما يصل إليـه أو يلامسـه أو يلقـى عليـه بظلاله.

وليس أمامنا الآن سوى محاولة مكافحة ذلك التلـوث والحـد مـن خطورته. فنحن جميعاً – وهذا قدرنا – رفقاء سفر واحد على ظهـر هـذه الأرض، التى تعتبر وسيلة سفرنا الطويل، وأى عبث في تلك الوسيلة يعرض الجميع لأخطار جسيمة، قد تؤدى لهلاكنا جميعاً. ولذلك لا خيار لنا شـئنا أم أبينا، إلا أن نعمل معاً ونتعاون سوياً، حتى نصل إلى غايتنا، وقد إسـتمتعنا برحلتنا، وحافظنا على وسيلتنا.

ويمكن تقسيم طرق مواجهة التلوث إلى طرق ثلاثة :

الأولى : طرق وقائية. الثانية : طرق علاجية. الثالثة : طرق بديلة.

الأولى : الطرق الوقائية

هى تلك الطرق التى يمكن من خلالها منع حدوث التلوث بأى صورة من صوره المختلفة؛ أى تمنع وقوعه أصلاً. وتعد أهم طرق مواجهة التلوث على الإطلاق، حيث أن منع حدوث التلوث هو الهدف الحقيقى. وهى تشـمل مجموعة من التدابير التى تتفق عليها الدول في شكل أحكام ولوائح وقوانين وتشريعات من خلال الهيئات والمنظمات الدولية ومـن خـلال المـؤتمرات الدولية والندوات المحلية التى تعقد من أجـل هـذا الغـرض. ففـى تلـك المؤتمرات والندوات يتم مناقشة الدراسات والأبحاث التى تهتم بدراسة البيئة وما أصابها من خلل نتيجة التلوث الناجم عن الإنسـان وحضـارته، حيـث تصدر التوصيات بشأنها والتى تعتبر خلاصة ما توصل إليه المجتمعـون –

من خلال دراساتهم – عن كيفية مواجهة ذلك التلوث ومحاولة منع وقوعه وحدوثه أصلاً أو كيفية مواجهة آثاره ومحاولة التقليل والحد من خطورتها.

وسوف نلقى الضوء على دور هيئة الأمم المتحدة في مواجهة التلوث، كذلك بعض المؤتمرات الدولية الهامة التى انعقدت لمناقشة مشكلة البيئة وتلوثها.

أ – دور الأمم المتحدة في مواجهة التلوث البيئى

لقد أصبحت البيئة ومشكلاتها حديث الساعة وشغل العلماء على مستوى العالم، لأن التلوث لا يعرف الحدود ولا تقف أمامه العوائق. فأى تلوث أو تدهور بيئى ناتج عن أى جزء من العالم لن يقف أثره عند ذلك الجزء الصادر منه بل يمتد إلى بلدان أخرى ومساحات شاسعة، ذلك لأننا نعيش على أرض واحدة بمياهها وأحيائها وغلافها الجوى. أرض واحدة، وحياة واحدة، ومصير واحد.

وفى الحقيقة، فإننا نسجل هنا ونذكر للأمم المتحدة وعيها وإدراكها المبكر لأخطار التلوث وآثاره السيئة على البشرية جمعاء، حيث بدأت الأمم المتحدة نشاطها المكثف في مجال حماية البيئة في وقت مبكر، في وقت لم تكن قضايا البيئة قد طفت على السطح. كما كان للأمم المتحدة فضل السبق في لفت أنظار العالم إلى الأخطار المحدقة بالبيئة من جراء التلوث والإستنزاف غير الرشيد للموارد الطبيعية على الكرة الأرضية.

ويرجع إهتمام المنظمة بالبيئة إلى عام ١٩٦٧م، حيث عقد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة لدراسة مشكلة التلوث التى بدأت في الظهور منذ ذلك الوقت لتهدد الكرة الأرضية والأحياء التى تعيش على ظهرها، ثم كان مؤتمر

ستوكهولم الأول والذى إنعقد في عام ١٩٧٢م، وجاء ضمن توصياته تقرير حق الإنسان في بيئة نظيفة، كما أشار التقرير الصادر عن هذا المؤتمر إلى مسئولية الفرد والدول في حماية البيئة وعدم إلحاق الضرر بها سواء ذلك من الجيل المعاصر أو الأجيال القادمة. كذلك تصمن التقرير أهمية التعاون الدولى لوضع الحلول وسن القوانين لمواجهة التلوث بصفة خاصة وحماية البيئة من كل ما يهددها بصفة عامة. وصدر عن ذلك المؤتمر خطة عمل متضمنة الوسائل الواجب إتخاذها من قبل الدول والهيئات في هذا المجال، كما صدر عن هذا المؤتمر التوصية بإنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة لرصد الدراسات البيئية وتوفير الإستشارة وتنسيق الجهود لحماية البيئة على مستوى العالم. وتتبع ذلك البرنامج شبكة رصد بيئى توفر المعلومات والإستشارة العلمية، إضافة إلى السجل الدولى للكيماويات السامة؛ هذا السجل يوفر المعلومات عن المواد الكيماوية التى تشكل خطراً على صحة الإنسان والأحياء الأخرى.

وفى عام ١٩٧٧م تبنت الأمم المتحدة مؤتمراً لموجهة التصحر وتم تكليف برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة بتنفيذ برامج على نطاق دولى لمواجهة التلوث البحرى وتلوث الهواء والدراسات المناخية ودراسات متعلقة بالفضاء الخارجى والغلاف الجوى.

بعد ذلك بدأ الوعى البيئى في مرحلة جديدة وإتجه وجهة أخرى أكثر تركيزاً وتحديداً، فقد طرحت قضايا تلوث المياه والمخلفات الصناعية وغيرها من الملوثات، مثل: حوادث التسرب النفطى، وطرق تصريف مياه الصرف الصحى. كما إهتمت المنظمات الدولية بالتلوث الناتج عن المبيدات الحشرية والأسمدة الكيمياوية والمواد الحافظة للأغذية المعلبة. ولقد ظهرت بعد فترة

من ذلك دراسات وبحوث تحذر من التلوث بالإشعاعات النووية وإستنزاف البيئة ومواردها بشكل غير مرشد، والذى نتج عن إنحصار المساحات الخضراء وزحف الصحراء على سطح الكرة الأرضية. ونذكر هنا ما تعرضت له الغابات الإستوائية لنهر الأمازون نتيجة تعرضها للجفاف والتلوث.

ثم توالت الدراسات العلمية بعد ذلك لتلفت الأنظار إلى المشكلات البيئة الناتجة عن التغير المناخى للكرة الأرضية وإرتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لتقلص سمك طبقة الأوزون. وتوقع العلماء في تقارير علمية أنه سينتج عن ظاهرة التغير المناخى فيضانات على نطاق واسع من المحتمل أن تغرق مساحات شاسعة من الأرض وتتسبب في كوارث بالغة الخطورة.

وفى الآونة الأخيرة زاد إهتمام المنظمة الدولية والعالم أجمع بقضايا البيئة، ومما دعم ذلك الإهتمام أنه حدث خلال السنوات القليلة الماضية حوادث بيئية معينة أكثر خطورة كان لها تأثير سلبى على البيئة. ومن أهم هذه الحوادث إنفجار مفاعل "تشرنوبيل" في الإتحاد السوفيتى عام ١٩٨٦م، وحوادث تسرب الزيت الناتج عن غرق ناقلة البترول (فالديز) في نفس العام، ثم أعقب ذلك تلوث مياه الخليج بالبترول والذى اعتبره علماء البيئة أكبر تلوث بالزيت للمياه عبر التاريخ. وقد شاركت في دراساته ونتائجه العديد من المراكز العلمية والهيئات والمنظمات الدولية.

وفى عام ١٩٨٧ نشرت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية بالأمم المتحدة تقريراً بعنوان "مستقبلنا المشترك" الذى أكد على مفهوم جديد

للتنمية أطلق عليه "التنمية المستدامة"، وهو يشير إلى تنمية تأخذ في حسبانها الإعتبارات البيئية وعدم إستنزاف الموارد بشكل غير مرشد.

وفى عام ١٩٩٢ إنعقد أكبر المؤتمرات في تاريخ المنظمة الدولية إهتماماً بقضايا البيئة والذى عقد في "ريودى جانيرو" بالبرازيل وحضره أكثر من مائة (١٠٠) رئيس دولة. وأطلق على ذلك المؤتمر إسم "قمة الأرض". وكانت من بين الوثائق التى أقرها المؤتمر إعلان "ريو" حول البيئة والتنمية ومجموعة توصيات ومبادئ حول الإدارة المستدامة للغابات على مستوى العالم. وفى عام ١٩٩٧ إنعقد المؤتمر في مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد نجح ذلك المؤتمر في وضع (أجندة) جدول أعمال للقرن الحادى والعشرين يتناول خطة على المستوى العالمى لتحديد جميع المؤتمرات التى يمكن أن تتفاعل مع البيئة وتؤثر فيها. ولا تزال المنظمة سائرة في تركيز إهتمامها بقضايا البيئة وبأنشطتها المختلفة بشكل مباشر وعن طريق المنظمات والهيئات الإقليمية والدولية، وبالتنسيق مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة وبرامج أخرى داخل المنظمة أو متعاونة معها.

٢- <u>قمة الأمان النووى (أبريل ١٩٩٦)</u>

بعد عقد كامل (عشر سنوات) من الكارثة النووية التى هزت العالم، وحصدت عشرات الآلاف من الضحايا، عادت أشباح تشرنوبيل لتحوم من جديد في أركان المعمورة، تنذر بكوارث جديدة قد تفاجئنا بين يوم وآخر من أحد المفاعلات المتهالكة بالكتلة السوفيتية السابقة.

وربما كانت تلك الذكرى الأليمة ليوم ٢٦ أبريل ١٩٨٦ هى التى دفعت قادة الدول الإقتصادية الكبرى السبع في أبريل ١٩٩٦ إلى عقد قمة غير مسبوقة في موسكو مع القيادة الروسية والأوكرانية، لا لبحث أمان

المفاعلات النووية فقط وإنما لبحث كل المخاطر النووية الأخرى. فهذه الدول على وجه التحديد هى التى تملك أضخم مخزون من الأسلحة والمواد النووية في العالم، وهى المسئولة عن أمنها وأمانها. ولقد أطلق على تلك القمة "قمة الأمان النووى". والسؤال الذى يطرح نفسه الآن؛ هل سيصبح العالم أكثر أماناً بعد قمة الأمان النووى ؟!.

وبنظرة سريعة على أهم ما توصلت إليه قمة الدول التسع من نتائج، يتبين ما يأتى :

أولاً : إتفق زعماء الدول الكبرى على السعى من أجل فرض حظر شامل على جميع التفجيرات والتجارب النووية بكل أشكالها وأحجامها، وذلك بحلول سبتمبر ١٩٩٦م. وقد فازت الدول السبع في هذا المضمار بتنازل "مهم" من موسكو، التى أعلنت لأول مرة مساندتها لتلك "المساعى".

ثانياً: إتفق الزعماء على ضرورة إتخاذ خطوات جديدة للحفاظ على المواد النووية بعيداً عن أيدى الأنظمة الراديكالية والإرهابيين الدوليين، والحيلولة دون تهريبها والإتجار غير المشروع فيها.

ثالثاً: دعا الزعماء إلى إبرام معاهدة لحظر إنتاج المواد النووية التى يمكن تحويلها إلى أسلحة.

رابعاً: دعا البيان إلى مواصلة إستخدام الطاقة النووية في القرن الحادى والعشرين ولم يطالب بإغلاق المفاعلات السوفيتية القديمة.

خامساً: وافقت أوكرانيا – تحت ضغوط من الغرب – على إغلاق مفاعل تشرنوبيل بحلول عام ٢٠٠٠م مقابل تعهد الدول السبع بدفع ثلاث مليارات دولار أمريكى لها.

وبنظرة سريعة إلى قمة الأمان النووى ونتائجها، نجد أن هذه القمة – مثلها مثل عشرات من لقاءات القمة الأخرى – قد أكدت على ضرورة بذل المساعى، والتعاون والتنسيق، ولكنها لم تخرج للبشرية بخطوات ملموسة على أرض الواقع تحقق على نحو فورى الأمن والأمان المنشود، فلم تتعهد القمة برصد أية أموال لتحقيق أهدافها الكبرى سوى المليارات الثلاثة لتشرنوبيل. ويبدو أن الدول الغنية غير مستعدة حالياً لتحمل أية أعباء جديدة وخاصة وأنها أنفقت عدة مليارات من الدولارات في المساعدة من أجل تأمين المفاعلات، وفك الرؤوس النووية بمقتضى معاهدات الحد من التسلح. ومن ناحية موسكو وحلفائها السابقين، فهم لا يملكون إمكانية إغلاق المفاعلات القديمة، ولا يستطيعون الإستغناء عن الطاقة المستخرجة منها، علماً بأن تكاليف الإغلاق وحدها قد تصل إلى عشرين مليار دولار.

ومن هنا يتضح السبب وراء تغاضى القمة عن المطالبة بإغلاق المفاعلات السوفيتية، والسماح بإستمرار العمل في مفاعل تشرنوبيل لمدة أربع سنوات أخرى، رغم إعتراف الرئيس الأوكرانى بأن هذا المفاعل وغيره من المفاعلات في المنطقة ليست سليمة من حيث البناء. ولهذا السبب إتهم أنصار البيئة الغاضبون قمة الأمان النووى بأنها وضعت حجر الأساس لمستقبل أكثر خطورة وبأن نتائجها تمثل كارثة للبيئة.

٣- <u>المؤتمر الدولى المنعقد في بروكسل حول مخاطر التقلبات المناخية</u>

إنه في يوم الأربعاء الموافق ١٩٩٦/١٠/١٥، قرع علماء المناخ المجتمعون في بروكسل – عاصمة الإتحاد الأوربي – أجراس الخطر والإنذار لبداية وقوف البشرية على حافة تقلبات في المناخات وظواهرها تهدد في الأمد المتوسط والبعيد بتغير جذرى لخريطة العالم الحالية وإنكماش لرقعة اليابسة فوق المعمورة بفعل إرتفاع درجة الحرارة فوق كوكب الأرض الذى سيؤدى إلى ذوبان جبال الجليد في القطب الشمالى وإرتفاع مستوى البحر الذى سيغمر مدن وأقاليم ساحلية كاملة في العالم. ووجه علماء مرموقون (منهم البروفيسور "بول كروتزن" الحاصل على جائزة نوبل في الكيمياء في عام ١٩٩٥م، التابع إلى معهد "ماكس بلانك" لعلوم المناخات وظواهرها، والبروفيثسور "بيرت بولن" الحائز على جائزة الكوكب الأزرق "بلوبلانيت" لعام ١٩٩٥ والأستاذ في جامعة ستوكهولم) – الأنظار في ختام إجتماع دولى عقد في بروكسل حول مخاطر التقلبات المناخية بفعل الثقوب في طبقة الأوزون، ووجهوا دعوة عاجلة وملحة إلى القيادات السياسية في العالم تطالبها بإتخاذ الإجراءات اللازمة فوراً لمنع إنهيار التوازن المناخى الحالى بفعل تعاظم نسبة الغازات الصناعية المنبعثة من الأرض والتى تحول في النهاية درجة الحرارة فوق الكرة الأرضية إلى مقاييس تشبه التى يحصل عليها داخل البيوت الزجاجية لإستنبات المزروعات.

وأكد العلماء في بروكسل أنه إذا ما لم تتخذ قرارات فورية تنسجم مع ميثاق الأمم المتحدة حول التغيرات الحاصلة في المناخ والأحوال الجوية بفعل تأثير الإنسان على المناخ العام فوق الأرض، فإن الإنسانية معرضة إلى سيناريوهات خطيرة تذهب إلى حد يهدد إمكانية بقاء الإنسان فوق كوكب الأرض.

وأكد البروفيسور "بيرت بولن" أن السيناريو المتوسط الذى دخل بدرجات متفاوتة في طور التحقيق سيرفع درجة الحرارة العامة فوق الكرة الأرضية ما بين عام ١٩٩٠ وعام ٢١٠٠ بمقدار درجتين مئويتين، مما سيعنى إرتفاع معدلات الكوارث الطبيعية وفى طليعتها الحرائق في الغابات.

أما السيناريو الأقصى كما قدرته لجنة "الخبراء الحكوميين لتطور المناخ" فإنه سيرفع درجة الحرارة بمعدل ٣,٥ درجة مئوية. كما أنه سيؤدى إلى رفع مستوى البحر بمعدل متر واحد، مما سيقلص نسبة اليابسة التى تشكل حالياً أكثر من ٣٠% من سطح كوكب الأرض، وقد قدرت لجنة الخبراء الحكوميين الدوليين لتطور المناخ في بروكسل الوصول إلى ذلك المستوى بأنه بمثابة كارثة طبيعية لا يمكن السيطرة عليها إذا ما تحققت، حيث أكدت أن مدناً ساحلية – في القارات الخمس – ستختفى تحت سطح البحر بفعل ذوبان الثلوج والكثبان الجليدية، كما ستهدد دولاً زراعية تعيش على المحاصيل الزراعية وحول الأودية والأنهار بفعل الطوفان لتلك المجارى المائية، علاوة على إنتشار الحرائق في الغابات والمزارع بسبب شدة إرتفاع درجات الحرارة إلى مستويات عالية. وذهب البروفيسور "بولن" إلى حد التأكيد على أنه حتى مع إحتمال التوصل فوراً إلى وقف إنبعاث الغازات السامة في الجو وإستقرار الوضع كما هو عليه الآن (الذى يعتبر متقدم الخطورة)، فإن مسلسل إرتفاع درجة الحرارة قد إنطلق، وكذلك مستوى البحار قد بدأ في الإرتفاع، وما تبقى علينا إلا عدم العمل على تفاقم هذا الوضع.

وقد أكد البروفيسور "بول كروتزن" بأننا قادرون إذا ما أردنا وقف مسيرة النزول إلى الجحيم بواسطة التقشف في إستعمال موارد الطاقة

التقليدية، وكذلك باستعمال المزيـــــد من مصـــــادر الطاقة المتجددة، والإسراع ما أمكن في هذا الشأن.

هــــــذا، وقد حمل إجتماع علماء المنــاخ فــي بروكسـل الإنســان وحضارته وإستعمالاته اليومية مسئولية تغيرات المناخ وإرتفــاع درجــات الحرارة فوق الأرض، وإستندوا إلى تقرير علمي ســرى أعـد فــي شــهر ديسمبر ١٩٩٥ في روما. وقد تضمن التقرير تصنيفاً واضحاً بين المسئولية الطبيعية أو الطبيعة وبين مسئولية الإنسان في تدنى الأوضــاع المناخيــة، حيث تبين أن الإنسان هو المسئول الأكبر عن ذلك.

وتجدر الإشارة إلى أن المجموعة الدولية قد إكتفت في إجتماع سابق عقد لنفس الغرض في برلين (ألمانيا) في أبريــل ١٩٩٥م بــالتوقيع علــى بروتوكول لبداية التفاوض حول كيفية تخفيض مســتوى إنبعــاث الغــازات الضارة ووقف إرتفاع درجات الحرارة في مرحلة ما بعد عام ٢٠٠٠م. وقد إستند ذلك البروتوكول على توصيات قيمة "ريودى جانيرو" والتى إنعقــدت في عام ١٩٩٢م، التى حملت الدول الصناعية الكبرى مسئولية تدهور طبقة الأوزون في الجو، وطالبتها بالضغط علــى إنبعــاث الغــازات حتــى عــام ٢٠٠٠م، بهدف ثباتها عند ذلك المستوى المسجل في عام ١٩٩٠م.

٤- ندوة "الحفاظ على الموارد الطبيعية لتحقيق التنمية المتوصلة"

أعلن رئيس جهاز شئون البيئة بجمهورية مصر العربية فــي نــدوة "الحفاظ على الموارد الطبيعية لتحقيق التنمية المتواصــلة" والتــى عقــدت بالقاهرة في أبريل ١٩٩٦، أنه تم إتخاذ عدة إجراءات هامة، بالتعاون مــع وزارة البترول والمحليات، لمنع تلوث الهواء من عوادم السيارات ومســابك الرصاص.

وقـــــــال: إن الإجراءات تضمنت تخصيص أرض بمدينة بـــدر – التى تقع جنوب غرب القاهرة – وتزويدها بالبنية الأساسية لنقـل مســابك الرصاص من الأحياء الشعبية الكثيفة بالسكان إليها لتحقيق أقصــى نظافــة لهواء المدينة.

وقـــــــال: إنه تقرر زيادة عدد محطات تموين سيارات الركـــوب وأتوبيســـــات النقل العام بالغاز الطبيعى بدلاً من السولار والجاز.

وقـــــــال: إنه أمكن خفض الرصاص من وسائل المواصلات من ١٢٠٠ طن في عام ١٩٩٠ إلى ٤٠٠ طن في عام ١٩٩٦م.

وأضاف أن الإجراءات شملت إستيراد ثمانية أجهزة لقيــاس نســبة التلوث في عوادم الشكمانات في السيارات وأنه سيتم توزيعها على مراكــز إستخراج رخص السيارات، بهدف الحد من زيادة نسبة التلوث من مركبــات الكبريت وأكاسيد الأوزون وأول أكسيد الكربون والرصـــاص والتـــى تضــر صحة المواطنين.

بعض التوصيات الهامة

١- يجب أن تجرى قياسات منتظمة لعدد من المواد طويلة البقاء نسبياً في الجو العام، تشمل أول أكسيد الكربون، الميثان، ثانى أكسيد الكربـــون، أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين.

٢- يجب أن يدرس بطريقة نظامية معدل زوال المـــواد الهامـــة الملوثـــة الهواء على أساس إستيفاء عناصرها الواحد تلو الآخر.

٣- يجب أن تطور الحكومة والصناعة طرقاً وأجهزة للتفتيش الدورى على نظم التحكم المستعملة، وأن تبذل في سبيل ذلك أقصى جهد ممكن.

٤- يجب تقويم تأثيرات مركبات الرصاص الموجودة في البنزين في وسائل التحكم الممكنة في المستقبل، في حدود مستويات الإنبعاثات الممكن الوصول إليها، بإستخدام الرصاص أو بدونه أو بإستعمال كميات مخفضة منه.

٥- يجب تشجيع وكالات المراقبة على وضع إجراءات التفتيش على المركبات المزودة بمحركات ديزل في أثناء سيرها على الطرق للتأكد من مطابقتها لمواصفات إنبعاثات الدخان.

٦- من الضرورى إنشاء معايير إتحادية لجودة الهواء ومراجعتها بصفة مستمرة على ضوء الحقائق والبراهين الجديدة.

٧- يجب الإسراع في إبتكار أجهزة بسيطة رخيصة لمراقبة الهواء، وإيجاد الوسائل لدفع الأبحاث الصناعية في هذا المجال.

٨- ضرورة جمع المعلومات ونشرها عن تكنولوجيا معالجة مياه المجارى والصناعة لتسترشد بها الشركات والبلديات، على أن يتم ذلك على المستوى القومى.

٩- ينبغى مواصلة برامج الرقابة على المبيدات التى تجرى على البيئة بمختلف مراحلها وأشكالها، كما ينبغى التوسع في البرامج المحلية المتعلقة بتلوث الهواء.

١٠- ينبغى إجراء المزيد من البحوث حول التأثير السام للمبيدات عند دخولها في الجهاز التنفسى، مقارنة بما يحدث عند التعرض لها عن طريق الجلد أو تناولها عن طريق الفم.

١١- ينبغى تنظيم برنامج تعليمى موسع على المستويات الحكومية كافة لتدريب جميع مستخدمى المبيدات على الأساليب المثلى لمواجهة الآفات.

١٢- يجب عدم إستعمال المبيدات الثابتة إلا بأقل كمية ممكنة وفى ظروف تجعلها أقل تلويثاً للبيئة. وينبغى بقدر الإمكان إحلال المبيدات السريعة التحلل محل المبيدات العالية الثبات.

١٣- ينبغى مواصلة البحوث البيولوجية والزراعية لمواجهة الآفات.

الثانية : الطرق العلاجية

وهى تشمل الطرق التى تستخدم لمواجهة التلوث عقب حدوثه. وهى تستهدف الإقلال من تأثير ذلك التلوث ومخاطره على البيئة. ويتم من خلال هذه الطرق متابعة مصادر التلوث بجميع صوره، ومحاولة التقليل من الملوثات الصادرة والناتجة حال إنبعاثها.

وتنقسم الطرق العلاجية إلى أربعة أقسام :(أ) طرق كيميائية (ب) طرق عامة (جـ) الرصد (د) المعلومات والبيانات.

(أ) طرق كيميائية

٣- ١- معالجة الإنبعاثات من تبخر الوقود، وذلك عن طريق تغيير مواصفات البنزين بأحد طريقين، أولهما : تقليل درجة تطاير الوقود مما يقلل الهيدروكربونات الكلية

المنطلقة. وثانيهما: هو أن تستبدل الهيدروكربونات الأوليفينية ذات الأربع أو الخمس ذرات من الكربون بهيدروكربونات أخرى أقل نشاطاً من المجموعة البرافينية.

٤- ٢- لتحقيـــــق المواصفات المطلوبة لغازات العادم، مثل : الهيدروكربونـــــات وأول أكسيد الكربون، تم حقن الهواء في مشعب العادم قريباً من صمامات العادم، حيث تكون حرارة العادم عند أعلى درجة، مما يستحث عمليات الأكسدة للمواد غير المؤكسدة أو المؤكسدة جزئياً، حيث تضبط عمليات المغذى (الكاربوراتير) وتوقيت الشرر لتقليل المواد الملوثة المنبعثة.

٥- ٣- تم إنتاج مركبات من الباريوم تضاف إلى وقود الديزل بهدف تقليل الدخان المنبعث عند إحتراق ذلك الوقود بنسب قد تصل إلى ٥٠% تقريباً. ومهمة هذه الإضافات – من مركبات الباريوم – هى تقليل إنبعاث الدخان بمنعها إزالة الهيدروجين من الهيدروكربونات، فتتحول إلى جسيمات كربون في عمليات الإشتعال. ويخرج الباريوم في العادم على هيئة كبريتات الباريوم، وهى مادة لا تتقبل الذوبان. وهى غير مضرة بالإنسان.

٦- ٤- تمكنت مصانع الورق من أن تمنع تدريجياً ٩٠% من إنبعاث الجسيمات بإستخدام وسائل حديثة كالسيكلونات والأبراج المبللة، والمرسبات الإلكتروستاتيكية.

٧- ٥- تجرى مجموعة من البحوث والدراسات وذلك لإزالة أكاسيد الكربون من غازات العادم. فهناك بعض الأبحاث التى تدرس تفاعل أكاسيد الكبريت مــع الحجر الجيرى أو الدولوميت، أو تحويلها - عن طريق عامل حفاز - وإنتاج حمض الكبريتيك.

ب - طرق عامــــــــــــة

١- الإهتمام بالتشجير وزيادة الرقعــة الخضــراء وخاصــة فــي المــدن المزدحمة. حيث تلعب الأحزمة الخضراء والمناطق المشجرة في المدن وحول المناطق الصناعية دوراً هاماً في تنقية الهواء.

٢- ضرورة التغلب على المشاكل المرورية وما ينتج عنهــا مــن تكــدس للسيارات والشاحنات، تبث إلى الهواء الجوى الملوثات والمواد السامة بنسب عالية، في حين أن هذه الملوثات يقل تركيزهــا عنــد إنســياب الحركة المرورية.

٣- ضـــــرورة الصيانـــــة الدائمـــــة لآلات الإحتراق، للتقليــل من الغازات الملوثة السامة المنطلقة، كما يحـــدث كثيراً في حالــة وسائل النقل ذات المحركات القديمة أو التالفة.

٤- وضــع تشــريعات ولــوائح ومقــاييس خاصـــــة بــالتراكيز القصـــــوى للملوثـــــات المسموح بوجودها فــي الهــواء، بخاصة في هواء المدن والمناطق الصناعية.

جـ - الرصــــــــــــد

وينقسم الرصد إلى ثلاثة أنواع هى : (١) رصد بيئـــى، (٢) رصـــد صحى، (٣) رصد إحصائى.

١- الرصد البيئى

ويتم هذا من خلال محطات رصد تغطى مختلف القطاعات، حيث يـــتم أخذ عينات منها ثم تحليلها، وجمع البيانات وتنظيمها، وإتباع طرق التحليل الإحصائى عند معالجة تلك البيانات.

ويشمل الرصد البيئى: رصد الهواء، رصد الميـــاه، ورصـــد التربـــة الزراعية، حيث يتم تحديد نسب العناصر والغازات المختلفة الموجودة فـــي الهواء أو المياه أو التربة. ومعرفة ما إذا كانت تلك النســـب قـــد جـــاوزت الحدود المسموح بها. ومن ثم رصد التلوث الحادث في منطقة معينة، ومدى درجته وخطورته حتى يمكن بحث كيفية مواجهته. ولذلك، لابد من توحيـــد طرق وأجهزة الرصد البيئى، وكذلك توحيد نظم جمـــع البيانـــات والتحليـــل الإحصائى، حتى يمكن الإستفادة منها على مدى واسع.

ويدخل ضمن الرصد البيئى تقييم بيئة العامل والعامل نفســـه أثنـــاء فترة عمله، وذلك عن طريق "جهاز القياس الشخصى" والذى يتم تثبيته مع العامل أثناء وردية عمله، حيث يلازمه في كل تحركاته. ويمكن عن طريـــق نتائج هذا الجهاز، الوقوف على أنسب الظروف النفسية والزمنية والفتـــرات التى يمكن أن يؤدى فيها العامل ما هو مطلوب منه إنجازه بطريقـــة جيـــدة وأكثر إنتاجية، وفى نفس الوقت تكون صحية للعامل نفسه.. بدنياً ونفسياً.

٢- الرصد الصحى

وهو يتزامن مع الرصد البيئى. ويتم الرصد الصحى من خلال إجراء فحوص طبية على مجموعة من العاملين، للتحقق من أن إجراءات الفحص الطبى كانت على مستوى جيد عند التعيين، وللوقوف على الأمراض والتغييرات التى طرأت على العامل أثناء فترة عمله.

ويتم إجراء فحص طبى دورى لمتابعة أحوال العمال الصحية والكشف عن بعض العناصر ونسبها داخل أجسامهم. وكذلك الكشف عن الأمراض المهنية، وإكتشاف أى تغييرات في الجسم تتم قبل حدوث المرض، حيث يمكن السيطرة عليها قبل أن تصبح مرضاً يصاب به العامل. ويمكن أيضاً عن طريق تلك الفحوصات إكتشاف تلك الفئة من العاملين منخفضى الكفاءة عند أداء أعمال معينة، وبالتالى يمكن إعادة تقييمهم وتعديل نشاطهم حسب إمكانياتهم .. وقدراتهم.

٣- الرصد الإحصائى

ويشمل الإحصائيات الخاصة بالأمراض المهنية المزمنة، وكذلك الإحصاءات الخاصة بالحوادث الجسيمة الناتجة عن التسرب والإنفجارات والتى تتم في أى مكان من العالم.

وتتم إجراءات الرصد للمنشأة شهرياً، حيث يتم تحديد المشاكل والآثار السلبية التى حدثت، ثم محاولة وضع الحلول المناسبة لمواجهة تلك الآثار عن طريق التحكم والتهوية مثلاً، أو حسب نوع الآثار الحادثة.

د) المعلومـــــــــــــــات

وفى الحقيقة، فإن المعلومات من العناصر الهامة والضرورية لمواجهة أى مشكلة. فكيف يمكن الحديث عن مشكلة والبحث في طرق لعلاجها دون أن تكون هناك معلومات كافية وواضحة عن تلك المشكلة. ولذلك، وحتى يمكن علاج مشكلة مثل التلوث فلابد من توافر المعلومات والبيانات عن التلوث بجميع صوره وأنواعه في منطقة معينة. وبالتالى يمكن تجميع بيانات ومعلومات عن التلوث في جميع مناطق العالم. ويتم تداول تلك المعلومات والبيانات محلياً وعالمياً.

ويمكن عند فحص هذه المعلومات والبيانـــات وإجــراء الدراســات اللازمة عليها، تحديد الوسائل الممكن إستخدامها لعلاج التلوث في منطقــة معينة. ووضـــع الحلول العملية والمناسبة لوقف هذا التلوث أو الحد مـــن خطورته وآثاره السلبية على البيئـــــة.

الثالثة : الطرق البديلـــــــــة

وتشمل جميع مصادر الطاقة المتجددة والتى يمكن إستخدامها بــدلاً عن المصادر التقليدية المعروفة والمستخدمة والتى تتميز بتلويثهــا للبيئــة عند إستخدامها. وتتميز المصادر المتجددة بإنعدام الآثار التلويثية لها علـــى البيئة، مما يجعلها آمنة الإستخدام وغير ضــارة بالإنســان أو الحيــوان أو النبات أو بأى من مكونات البيئة.

وأهـــــــم المصادر المتجددة : (١) الطاقــــة الشمسيــة (٢) الطاقة المائيـــة (٣) الطاقة النووية.

وسوف نلقى الضوء على هـــــــذه المصادر:

(١) الطاقة الشمسيــــــــــة

تعد الشمس هى المصدر الرئيسى والأساسى للطاقة بكـل أنواعهـا وصورها، بإستثناء الطاقة النووية. ويمكن القول بأن كـل صـور الطاقـة المستخدمة حالياً هى في أصلها آتية من الشـمس. فالمصـادر التقليديـة للطاقة، مثـــل : الفحم والبترول والغاز إنما إستمدت طاقتها المخزونة من الشمس. فالطاقة التى تنتج عند إحتراق الوقود (وقود السيارات مثلاً) هـى في الأصل طاقة شمسية مختزنة من بقايا تلـك الكائنـات الحيـة (نباتيـة وحيوانية) التى تحللت في باطن الأرض على مر العصور وبقيـت مختبئـة فيها حتى أخرجها المنقبون عن البترول. كذلك تعد طاقة المد والجزر أيضـاً نوعاً من أنواع الطاقة الشمسية، لأن منشأ المد والجزر هو جذب الشـمس والقمر لمياه الأرض. ومن الممكن تمثيل الشـمس علـى أنهـا فـرن هائـــل تنطلق منه كميات كبيرة من الطاقة في كل الإتجاهـات. وتقـدر كمية الطاقة التى تنطلق مـن الشمس بحوالى ٤ × ١٠ ^٢٦^ جول/ ثانية، أى ما يعادل ٩ × ١٠ ^٢٥^ سعر حرارى في الثانية الواحـدة (حيـث أن السـعر الحرارى = ٤,١٨٤ جول). والطاقة الشمسية طاقة متجددة وهى نظيفـة وغير ملوثة، مما يجعلها مصدراً مثالياً للطاقة التى نحتاجها ونتطلع إليهـا. ولقد أدرك الإنسان أهمية الطاقة الشمسية، فوجهت العديـد مـن المراكـز البحثية إهتمامها وأبحاثها لدراسة إمكانية إستخدام الطاقة الشمسية في كافة الأغراض الحياتية، مثل : تسخين المياه وطهى الطعام وتسـيير السـيارات والشاحنات والطائرات والسفن وغيرها. وفى الحقيقة، فإن أبحـاث الطاقـة الشمسية ليست جديدة على المنطقة العربية، وتأكيداً لذلك فإن أحـد أوائـل المحركات في العالم والعاملة بالطاقة الشمسية كانت في ضـاحية المعـادى

بمدينة القاهرة بجمهورية مصر العربية في عام ١٩١٣م، حيث كانت ترفــع مياه النيل لرى الأراضى المجاورة بقدرة بلغت ٥٠ حصاناً.

٢- الطاقة المائيـــــــــــــــة

تعد الطاقة المائية ومساقط المياه (الشلالات) مــن أنظــف مصـــادر الطاقة على الإطلاق من حيث تأثيراتها البيئية. فهذا النـــوع مـــن مصـــادر الطاقة لا يتولد عنه أية مخلفات صلبة أو سائلة، ولا تنطلق عنه أية غازات حابسة للحرارة أو مسببة للحموضة. إلا أن هذا المصـــدر يتميـــز بإهـــدار مساحات شاسعة من الأرض، ويغير نمط الحياة والـــنظم البيئيـــة عليهـــا، وقـــد يؤدى إلى إنقراض أصـــناف مـــن النبـــات والحيـــوان والأســـماك. بالإضافـــة إلى ذلك تتميز المصادر المائية بأعلى معدل للتأثيرات الصحية لعموم الجمهور بسبب الحوادث العنيفة الناجمة عن إنهيار السدود.

٣- الطاقة النوويـــــــــــــــة

تعد الطاقة النووية من حيث التأثيرات البيئية العاجلة قليلة التـــأثير، حيث لا ينطلق عنها غازات ثـــانى أكســـيد الكربـــون أو أكاســـيد الكبريـــت والنيتروجين. إلا أنه يتولد عنها كميات محدودة من هـــذه الغـــازات نتيجـــة عمليات إستخراج وتصنيع الوقود النووى. إلا أنه يبقى تأثير هـــام للطاقـــة النووية مازال خاضعاً للتقويم، وهو المخاطر الآجلة الناتجة عن الحـــوادث العنيفة للتسرب الإشعاعى كحادث مفاعل تشرنوبيل. كذلك فإنـــه ينبغـــى أن تدرج النفايات المشعة المتخلفة عن الطاقة النووية في الحسبان، لأنها تبقى بعد إستغلال الوقود النووى في توليد الطاقة لأكثر من ألف عـــام. كمـــا أن التخلص منها – زيادة على تكلفته الباهظـــة – قـــد يتســـبب فـــي أضـــرار بيئيـــــة وصحيـــــــة.

مصطلحات بيئية

Air	الهواء
A biotic reactions	تفاعلات كيميائية بدون تأثير البكتريا
Acid Rain	الامطار الحمضية
Air maintenance (protection of air)	صيانة الهواء الجوي
Air Pollution	تلوث الهواء
Algea	الطحالب
Aqua sphere	الغلاف المائي
Aqueous energy	الطاقة المائية
Atmosphere	الغلاف الجوي
Available Water	المياه المتاحة
Bacteria	البكتريا
Bioaccumulation Factor	معامل التجمع الحيوي
Biogeochemical Cycles	دورات بيوجيوكيميائية
Biological Balance	توازن بيولوجي
Biological Environment	بيئة بيولوجية
Biological Pollution	تلوث بيولوجي
Biological pollution of water	التلوث الحيوى للماء
Bioremediation	إزالة الملوثات بإستخدام الكائنات الدقيقة
Biosphere	الغلاف الحيوي
Biotic reactions	تفاعلات بواسطة البكتريا والكائنات الدقيقة
Carnivora	آكلات اللحوم
Chelation	المرتبطات (المخلبية)
Chelation reactions	تفاعلات المرتبطات (المخلبية)
Chemical Pollution	تلوث كيميائي
Chemical Pollution of water	التلوث الكيميائي للمياه
Chemical Weathering	التجويه الكيميائيه

Chromophore	مجموعات حاملة للضوء تعرف بالكروموفر
Civilization	الحضارة
Clay	الطفلة
Clay Formation	تكوين الطفلة
Climate	المناخ
Climate Change	التغيرات المناخية
Closed cycle	الدورة المغلقة
Community	التجمع الحيوي
Data	المعلومات – بيانات
Desertification phenomenon	ظاهرة التصحر
Development	تنمية
Discharge	التفريغ
Dryness	الجفاف
Earth covers	اغلفة الارض
Earthquakes	الزلازل
Ecological Adaptation	ملاءمة البيئة
Ecological Balance	توازن بيئي
Ecological Efficiency	الكفاءة البيئية
Ecological Resistance	مقاومة بيئية
Ecology	علم البيئة
Economical development	اقتصاديات التنمية
Ecosystem	النظام البيئي
Energy	الطاقة
Enviromental aspects	الأبعاد البيئية
Enviromental effects	التأثيرات البيئية
Enviromental equilibrium	التوازن البيئي
Enviromental impacts	الآثار البيئية
Enviromental management systems	نظم الادارة البيئية
Enviromental manual	الدليل البيئي

systems	
Enviromental manual	الدليل البيئي
Enviromental monitering	الرصد البيئي
Enviromental performance	تقيم الاداء البيئي
Enviromental policy	السياسة البيئية
Enviromental pollution	التلوث البيئي
Environmental	بيئة أو محيط
Environmental criteria	المعايير البيئية
Environmental Degradation	التدهور البيئي
Environmental Ethics	اخلاقيات البيئة
Environmental Protection	حماية البيئة
Environmentally sound development	التنمية السليمة بيئيا
Exosphere	طبقة الجو الخارجية (الاكسوسفير)
Extinction	انقراض
Family planning	تنظيم الأسرة
Fatality	الهلاك
Floods	الفيضانات
Fodds maintenance	صيانة الموارد الغذائية
Food pollution	تلوث الغذاء
Fungi	الفطريات
Gaseous pollutants	ملوثات غازية
Global Dimension	البعد العالمي (في الاثار البيئية)
Ground water	المياه الجوفية
Half Life Period	فترة عمر النصف
Hardness of water	عسر الماء
Hazardous waste	المخلفات الخطرة
Healthy monitering	الرصد الصحي
Heat Occlusion	ظاهرة الاحتباس الحراري

Heat Occlusion	**ظاهرة الاحتباس الحراري**
Hydroelectric power	**الطاقة الكهرومائية**
Hydrolysis	**التحلل المائي**
Indoor pollution or Household Pollution	**التلوث داخل المبني**
Industrial waste	**الفضلات (المخلفات) الصناعية**
Industrial waste	**المخلفات الصناعية**
Industry	**الصناعة**
Inherent properties	**الصفات الملازمة للمادة**
Inputs	**المدخلات (مدخلات النظام البيئي)**
Interest party	**الجهة المعنية**
Inventions	**الاختراعات**
Ionosphere	**ايونوسفير**
Isotherms	**خطوط الحرارة المتساوية**
Labour	**الايدي العاملة**
Land Erosion	**الانجراف**
Liquid pollutants	**ملوثات سائلة**
Liophilic	**المواد المحبة للوسط الدهني**
Medical Waste	**المخلفات الطبية**
Mesosphere	**طبقة الجو الوسطي (الميزوسفير)**
Mineralization	**عملية التمعدن**
Mountains	**الجبال**
Natural adaptation	**التكيف الطبيعي**
Natural disasters	**الكوارث الطبيعية**
Natural environment	**البيئة الطبيعية**
Natural Environment	**بيئة طبيعية**
Natural reserve	**المحمية الطبيعية**
Natural selection	**انتخاب طبيعي**
Natural sources	**الموارد الطبيعية**

Natural Weathering	**التجويه الطبيعية**
Noise	**الضوضاء**
Noise	**الضوضاء**
Noise Pollution	**تلوث ضوضائي**
Non Renewable N.Resource	**مورد طبيعي غير متجدد**
Non-renewable resources	**موارد غير متجددة**
Nuclear fission	**انشطار نووي**
Nuclear Fusion	**اندماج نووي**
Operationhal control	**مراقبة العمليات**
Organic Matter	**المواد العضوية**
Organization	**المنشأة**
Outputs	**مخرجات (النظام البيئي)**
Overpopulation	**انفجار السكان**
Ozone (O_3)	**الأوزون (غاز مكون من ثلاث ذرات اكسجين)**
Ozone Depletion	**استنفاذ الامطار**
Particles	**الجسيمات (الهباء)**
Persistance	**التواجد لفترات زمانية طويلة**
Photochemical change	**تغير كيميائي ضوئي**
Photolysis	**تكسيرالملوثات بواسطة الضوء**
Photosynthesis	**عمليات البناء الضوئي**
Physcial Balance	**توازن فيزيقي**
Physical Environment	**بيئة فيزيقية**
Physical Pollution	**تلوث فيزيائي**
Physical pollution of water	**التلوث الطبيعي للماء**
Phytoremedation	**إزالة الملوثات بزراعة بعض النباتات**
Plankton	**العوالق المائية**
Planning	**التخطيط**

Plastic	**البلاستيك (مادة مبلمرة مصنعة كيميائيا)**
Pollutants	**الملوثات**
Pollution	**تلوث (تلويث)**
Polymers	**المبلمرات (جزيئات عملاقة تتكون بالبلمرة)**
Population	**السكان**
Poverty	**الفقر**
Predation	**افتراس**
Presentation of pollution	**الحد من التلوث**
Problems of Environment and Development	**مشكلات البيئة والتنمية**
Protected Areas	**المحميات**
Radiant Energy	**طاقة اشعاعية**
Radiational Pollution	**تلوث اشعاعي**
Radioactivity	**النشاط الاشعاعي**
Records	**الوثائق**
Remanent N.Resource	**مورد طبيعي دائم**
Renewable N.Resource	**مورد طبيعي متجدد**
Renewable resources	**موارد متجددة**
Resource Base	**قاعدة الموارد**
Retraction	**الانحسار**
Rocks	**الصخور**
Rocky sphere	**الغلاف الجوي**
Salt water (saline water)	**ماء مالح**
Sewage	**ماء المجاري**
Sewage treatment	**معالجة مياه الصرف**
Smog	**ظاهرة الضباب الدخاني (الضبخان)**
Social development	**اجتماعات التنمية**
Soil	**التربة**
Soil aeration	**تهوية التربة**

Soil maintenance (protection of soil)	**صيانة التربة**
Soil pollution	**تلوث التربة**
Soil componants	**مكونات التربة**
Solar energy	**الطاقة الشمسية**
Solid pollutants	**ملوثات صلبة**
soil properties	**خواص التربة**
Species	**انواع – اجناس**
Stability of Ecosystem	**استقرار النظام البيئي**
Starvation	**المجاعة**
Statistic monitering	**الرصد الاحصائي**
Stratosphere	**طبقة الجو فوق السفلي (الستراتوسفير)**
Stratosphere	**ستراتوسفير**
Sustainable development	**التنمية المستدامة**
Thermal Energy	**طاقة حرارية**
Thermal Pollution	**التلوث الحراري**
Thermal pollution of water	**التلوث الحراري للماء**
Thermosphere	**طبقة الجو الحرارية (الثرموسفير)**
Tides	**المد والجزر**
Topographical Rain	**المطر التضاريسي**
Torrents	**السيول**
Tourism	**السياحة**
Traffic jam	**تكدس المرور**
Troposphere	**طبقة الجو السفلي (التروبوسفير)**
Troposphere	**تروبوسفير**
Vaporization	**التبخير**
volatilization	**عملية التطاير**
Volcanos	**البراكين**
Waste	**فضلات**

Water	**الماء**
Water cycle	**الدورة المائية**
Water maintenance (protection of water)	**صيانة المياه**
Water Treatment	**معالجة مياه**
Weather	**الطقس**
Weathering Processes	**عمليات التجوية**

المراجع

أولا: المراجع العربية:

١ – احمد شريف عودة – الطاقة الذرية واستخداماتها – مركز النشر العلمي – جامعة الملك عبد العزيز – المملكة العربية السعودية .

٢ – احمد مدحت إسلام (دكتور) : التلوث مشكلة العصر ، عالم المعرفة (١٥٢) (١٩٩٠) .

٣ – الاهرام الاقتصادي : أعداد يناير وفبراير ٢٠٠٥م.

٤ – أنور محمد عبد الواحد (دكتور) : مكافحة تلوث البيئة (مترجم) – مكتبة النهضة المصرية – ١٩٧٢م.

٥ – القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ – الطبعة الخامسة – الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية – ١٩٨٨م.

٦ – حسن أحمد شحاته (دكتور) – تلوث الهواء القاتل الصامت – مكتبة الدار العربية للكتاب – ٢٠٠٣م.

٧ – صحيفة الأهرام : اعداد مختلفة حتي ٢ فبراير ٢٠٠٥م.

٨ – عايدة بشارة (دكتور) : دراسات في بعض مشاكل تلوث البيئة – الهيئة المصرية العامة للكتاب – ١٩٧٣م.

٩ – عبد الحكيم بدران : اضواء علي البيئة – مكتب التربية العربي لدول الخليج – الرياض (١٩٩٢م) .

١٠ – عدنان الساعاتي : المحافظة علي التربة عامل اساسي في مكافحة التصحر – مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (٦) (١٩٨٨م).

١١ – علي حسن موسي – التلوث الجوي – دار الفكر – دمشق – ١٩٩٠م .

١٢ – فهمي حسن امين – تلوث الهواء : مصادره وأخطاره – دار العلوم للطباعة والنشر – الرياض – ١٩٨٤م.
١٣ – محمد إبراهيم الجار الله (دكتور) – الحماية من الاشعاع الذري – مجلة العلوم والتقنية – العدد ٢١ – يوليو ١٩٩٢م.
١٤ – محمد ابراهيم الحسن ، ابراهيم صالح المعتاز : ملوثات البيئة – مكتبة الخريجي، الرياض (١٩٨٨م) .
١٥ – محمد حسان عوض (دكتور) : اسهامات الجامعة في حل قضايا البيئة وتنميتها " مؤتمر العلوم والتنمية – كلية العلوم جامعة الازهر (١٩٩٥م).
١٦ – محمد حسان عوض (دكتور): التدهور البيئي في حوض البحر المتوسط – مؤتمر رابطة الجامعة الإسلامية – جامعة الدول العربية (٢٠٠٤م) .
١٧ – محمد حسان عوض (دكتور) ، وحسن أحمد شحاته (دكتور) – مقدمه في علم البيئة – القاهرة – ٢٠٠٥م .
١٨ – محمد حسان عوض (دكتور) ، وحسن أحمد شحاته (دكتور) – دراسات وقضايا بيئية – القاهرة – ٢٠٠٦م .
١٩ – محمد عبد القادر الفقي – البيئة : مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث – مكتبة بن سينا للنشر والتوزيع والتصوير – ١٩٨٣م.
٢٠ – مستقبلنا المشترك : اللجنة العالمية للبيئة والتنمية ، ترجمة / محمد كامل عارف ، عالم المعرفة (١٤٢) ، (١٩٨٩م) .
٢١ – مني قاسم (دكتور) : التلوث البيئ والتنمية الاقتصادية – الدار المصرية اللبنانية – القاهرة – ١٩٩٣م.

ثانيا : المراجع الاجنبية :

1. Gaves, N. J., Ed.; "Lnd, Water and Mincral Resowce Pergoman press (1987).

2. Maxwell, K. E.; environment of Live. Dickenson Bublshing Co. (1976).

3. Turk, A. et. al.; "Environmental Science". W. B. Sunders, London 1979.

4. David Elyanow and Janet Persechino, Advances in NitrateRemoval, GE Water & Process Technologies, 2005.

5. Scott Harmon, "Nitrate removal: Searching for the ideal in an imperfect world," Water Technology, November 2002.

6. "Arsenic," Britannica Encyclopedia inc. 2003.
7.
8. Johnston, T .J. "Soil" World Book Encyclopedia, 2003.

9. Busch, M. "Arsenic," World Book Encyclopedia, 2004.

10. Rainer Stegmann, Treatment of Contaminated Soil: Fundamentals, Analysis, Applications, Springer Verlag, Berlin 2001.

الفهرس

رقم الإيداع : ٢٠٠٧/٥٨١٣